

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

М. І. Романюк, П. В. Попович

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІНОТЕАТРІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНО- РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю «6.050803 Акустотехніка»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018

Технічне забезпечення кінотеатрів та інформаційно-розважальних заходів: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 6.050803 Акустотехніка / М. І. Романюк, П. В. Попович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. –155 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 24.05.2018 р.)
за поданням Вченої ради факультету електроніки (протокол № 04/2018 від 23.04.2018 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІНОТЕАТРІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНО- РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Укладачі: *Романюк Маргарита Ігорівна*, канд. техн. наук.
Попович Павло Васильович, доцент, канд. техн. наук.

Відповідальний
редактор *Лазебний В. С.*, доцент, канд. техн. наук, доцент

Рецензенти: *Берегун В. С.* доцент, канд. техн. наук

Навчальний посібник містить матеріали дисципліни «Технічне забезпечення кінотеатрів та інформаційно-розважальних заходів», що викладається студентам спеціальності «6.050803 Акустотехніка». Посібник написано відповідно до навчальної програми вказаної дисципліни та складається з дев'яти тем, кожна з яких розглянута у відповідності з виділеними питаннями плану та на основі наведених рекомендованих інформаційних джерел. Для закріплення теоретичного матеріалу у кінці кожної лекції (теми) представлені контрольні питання.

У посібнику розкрито питання будови, технічних характеристик, керування та особливостей використання сучасного акустичного, проєкційного та світлотехнічного обладнання у кінотеатрах та для проведення інформаційно-розважальних заходів.

Матеріали посібника будуть корисними студентам, магістрантам, викладачам, а також усім зацікавленим.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНИХ КІНОТЕАТРІВ.....	5
ТЕМА 1. ТЕХНОЛОГІЇ КІНОПОКАЗУ. СТРУКТУРА ОБЛАДНАННЯ КІНОТЕАТРУ.....	5
1.1 Визначення кінотеатру та коротка історія переходу до цифрового кіно.....	5
1.2 Типи кінотеатрів. Визначення та вимоги до цифрового кінотеатру.....	9
1.3 Цифровий однозальний кінотеатр та його функціональна схема.....	13
1.4 Структура багатозального кінотеатру (цифрового мультіплексу).....	14
ТЕМА 2. СЕРВЕРИ ЦИФРОВОГО КІНОТЕАТРУ	17
2. 1 Носії та апаратні джерела для цифрового контенту.....	17
2. 2 Основні вимоги до серверів цифрового кінотеатру.....	19
2. 3 Конфігурації розташування медіаблоків.....	22
2. 4 Приклади застосування серверів цифрового кінотеатру.....	24
ТЕМА 3. ПРОЕКЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВИХ КІНОТЕАТРІВ.....	28
3.1 Проекційні технології відображення сигналу.....	28
3.2 Вибір проекційного обладнання.....	32
3.3 Основні характеристики цифрових кінопроекторів.....	36
ТЕМА 4. ЗВУКОВЕ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВИХ КІНОТЕАТРІВ.....	41
4.1 Звукові процесори та формати звукового супроводу.....	41
4.2 Кросовери в цифрових кінотеатрах.....	51
4.3 Звукові підсилювачі для кінотеатрів.....	55
4.4 Акустичні системи для кінотеатрів.....	58
ТЕМА 5. КОМПЛЕКСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ КІНОТЕАТРІВ.....	67
5.1 Особливості технічного забезпечення 3D-кінотеатрів.....	67
5.2 Особливості технічного забезпечення кінотеатрів IMAX.....	72

5.3 Планування кінозалів для цифрового кінопоказу. Елементи оздоблення кінозалів.....	76
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ.....	82
ТЕМА 6. ЗВУКОПІДСИЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ.....	82
6.1 Комутація. Типи інтерфейсів для передавання аудіо-, відео-сигналів.....	82
6.2 Призначення систем звукопідсилення. Визначення та структура звукового комплексу.....	88
6.3 Типові конфігурації звукопідсилювального обладнання.....	94
ТЕМА 7. ЗВУКОЗАПИСУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ.....	98
7. 1 Призначення та склад студій звукозапису.....	98
7. 2 Обладнання студії звукозапису.....	101
7.3 Комплексні рішення для обладнання типових студій звукозапису.....	112
ТЕМА 8. ОСВІТЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ.....	117
8. 1 Види і застосування освітлювального обладнання.....	117
8. 2 Особливості керування освітлювальним обладнанням.....	127
8. 3 Типові конфігурації освітлювальних систем.....	132
ТЕМА 9. СИСТЕМИ КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ, СЛУЖБОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ОПОВІЩЕННЯ.....	137
9. 1 Типи та функції обладнання для систем оповіщення.....	137
9. 2 Параметри озвучення приміщень.....	143
9. 3 Комплексні рішення технічного оснащення конференц-залів...	144
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ. ПОСИЛАННЯ	153

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНИХ КІНОТЕАТРІВ

ТЕМА 1. ТЕХНОЛОГІЇ КІНОПОКАЗУ. СТРУКТУРА ОБЛАДАННЯ КІНОТЕАТРУ

1.1 Визначення кінотеатру та коротка історія переходу до цифрового кіно

Кінотеатр – це суспільна установа, де публічно демонструється кінофільм. Головне приміщення кінотеатру – глядацький зал з екраном великого розміру та системою відтворення звуку.

Кінематограф та разом з ним кінотеатри існує з 1895 р. та з того часу значно осучаснюється техніка кінопоказу. У кінці 19-го століття винахідники намагалися знайти такий матеріал який би дозволив фіксувати та проектувати рухомі зображення. Запис рухомих зображень проводився на плівку і навіть зараз ця технологія ще залишається у арсеналі деяких відомих голлівудських режисерів (К. Нолан, К. Тарантіно). Тому перш ніж перейти до технічних засобів цифрового кіно треба розуміти, що на шляху до цифри довго тягнулась плівка.

Ідея використовувати для цілей запису рухомих зображень гнучку, світлочутливу плівку з нітроцелюлози вперше була випробувана американським проповідником *Ганнібалом Гудвіном*. Його відкриття взяв на озброєння *Джордж Істмен*, засновник компанії *Kodak*, який став випускати нітроцелюлозну плівку в рулонах. Допрацював винахід *Томас Едісон* - для регулювання руху плівки у кінескопі він вдався до перфорації. Едісон також вперше використовував *35-мм формат*, який згодом був визнаний *стандартним форматом кіноплівки*. Також на 90-ті роки XIX століття припадають перші спроби ручної колоризації та тонування кіноплівки.

1920-30-ті: Починаються розробки різних методів *синхронного запису звуку на кіноплівку*. У тому числі з'являється технологія оптичного запису фонограми на окрему кіноплівку і запису звуку на непрозору частину плівки з зображенням. З'являється широкоформатна кіноплівка 65мм і 70-мм, яка, однак, тоді не знаходить популярності.

1930-50-ті: У середині 30-х років починає поширюватися кольорове кіно, причому протягом наступних двох десятиліть співіснують два основних способи зйомки в кольорі. Один припускав зйомку на два або три негативи, які

об'єднувалися при проекції або друку фільмокопії. Другий полягав у використанні багатошарової плівки.

1940-60-ті: 16-мм плівка, розроблена Kodak ще в 20-і роки для аматорського користування, знаходить широке застосування у фронтових операторів під час Другої світової. Після війни її починають використовувати на телебаченні і в незалежному малобюджетному кіно.

1950-60-ті: *Ера широкоформатного кіно.* Конкуруючи з телебаченням, Голлівуд робить ставку на видовищність, однією з умов якої вважається плівка 65-мм або 70-мм. Однак вже до кінця 60-х років формат стає рідкістю в США. Проте, в числі картин, знятих на 65-мм і 70-мм плівку є такі знакові стрічки, як «Бен-Гур», «Лоуренс Аравійський» і «2001 рік: Космічна одіссея». Крім того, саме на основі 70-мм формату в 1970 році була розроблена система IMAX.

1980-ті: *Цифрові технології* поступово проникають в кіно. На екрани виходять перші фільми, при створенні яких плівка піддається цифровій обробці, наприклад «Зоряні війни», «Трон», «Бездня» або «Термінатор 2».

2000-ті: На «цифру» поступово переходять найбільші кіновиробники («Зоряні війни. Епізод II: Атака клонів»). Звернення до «цифри» Девіда Лінча у «Внутрішній Імперії» і Джеймса Кемерона в «Аватарі» остаточно підтверджує невідворотність відмови від плівки як в авторському, так і в комерційному кіно.

2010-ті: Боротьба плівки і «цифри» входить у фінальну стадію. Частка цифрового кіно неухильно зростає, особливо з появою цифрових камер *RED* і *ARRI Alexa*, зображення з яких, на думку багатьох, не поступається плівковому.

У той же час головні світові виробники кіноплівки, *Fujifilm*, *Agfa* і *Kodak*, згортають або скорочують виробництво, а найбільші студії, на кшталт *Paramount* відмовляються від аналогових зйомок взагалі.

Отже з того моменту, як режисери почали використовувати цифрову камеру, в кінематографі вибухнула боротьба між прихильниками старого способу і нових технологій. До сих пір режисери діляться на тих, хто знімає тільки на плівку, і тих, хто застосовує виключно цифрову техніку.

Kodak продовжує випускати плівку, на стороні традиційного носія залишаються такі майстри як Квентін Тарантіно, Крістофер Нолан і інші. Отже, суперечка про подальшу долю носіїв кінозображення залишається відкритою.

На разі ера плівкового кінематографу все ж таки закінчується, але це ще не означає, що у подальшому кіно буде зніматися лише у цифровому форматі.

Треба розуміти технічні аспекти для підтвердження або навпаки спростування свого суб'єктивного відчуття. Щоб це зробити потрібно порівняти *інформаційну насиченість* плівки та співставити її з цифровим зображенням.

У зображення існує багато характеристик, але міжтехнологічні баталії загалом ведуться навколо таких двох характеристик, як роздільна здатність та динамічний діапазон чи фотографічна широта. Нижче наведені дані для порівняння вказаних характеристик.

Роздільна здатність – це те скільки ліній або крапок може показати носій. Для плівки та оптики роздільна здатність вимірюється у *лініях на міліметр*. Роздільна здатність кіноплівкових систем кінематографу та її послідовних ланок оцінюється *функцією передачі модуляції*. Ця функція просторової частоти називається також частотоконтрастною характеристикою.

У електронному цифровому кінематографі роздільна здатність найбільш важливих ланок: світлочутливої матриці відеокамери та матриці модулятора світла відеопроєктора вимірюється у *пікселях*. Для *порівняння електронних систем з кіноплівковими* роздільну здатність останніх також можна вимірювати у пікселях.

Для сучасних існуючих плівок та цифрового зображення дослідні дані наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Роздільна здатність систем кінематографу

Назва системи	У пікселях
Кіноплівкові системи	
35 мм, ширина кадру 20,7	1320
70-мм, ширина кадру 48,6 мм	3460
70-мм система IMAX, ширина кадру 69,6 мм	7930
Цифрові електронні системи	
Система 2К, стандарт ТВЧ	1300
Система 4К, (камера проєктору, експериментальні дані)	4400

Фотографічна широта – максимальна різниця між значеннями яскравості та тіні. *Степ* – ступінь зміни яскравості у два рази.

Показники фотографічної широти деяких фотоматеріалів

- Чорно-білі негативні плівки від 2,5 до 9 ступенів (ступенів).
- Кольорові негативні плівки від 4 до 5 ступенів.
- Спеціальні зверхконтрастні плівки – менше 2 ступенів експозиції.
- Спеціальні з низькою контрастністю плівки – більше 11 ступенів.
- Ранні CCD-матриці – 5 ступенів.
- Сучасні CCD-матриці RGBG (Sony) – 9-10 ступенів.
- Матриці з фільтрами CYGM, RGBW – 10-11 ступенів.
- Super-CCD-матриці rgbG в апаратах Fujі S3 Pro – 9-12 ступенів.
- Цифрова SIMD-матриця – 16 і більше ступенів.

Порівняльний аналіз цифрових та кіноплівкових систем виробництва кінофільмів та їх демонстрування у кінематографі показує що:

- Системи кінематографа: кіноплівкові, цифрові електронні, в яких використовують 35 мм кіноплівку, забезпечують практично таку саму роздільну здатність, що й системи з використанням світлочутливі матриці та матриці модуляторів світла з дозволом 2К.

- Для того, щоб система цифрового кінематографу не поступалася по якості зображення 35 мм кіноплівковим системам, необхідно мати роздільну здатність матриці камер та проекторів не нижче 2К.

- Система IMAX, що базується на використанні 70 мм кіноплівки з 15 перфорованим кроком кадру, суттєво переважає по дозволу системи кінематографу, що використовують як 35 мм кіноплівковий так і цифровий 2К формати.

Не дивлячись на те що зйомка на плівку ще існує, проте повністю процес створення кіно вже зовсім відрізняється від того, що був раніше. Вже відсутні процедури монтажу плівки на монтажних столах, озвучування склейок, але спеціально для плівки розробили гібридну технологію *digital intermediate*. За цією технологією відзнятий матеріал сканують і далі оброблюють, як і звичайний цифровий – роблять монтаж, додають ефекти, кольорову корекцію, озвучують та записують знову на плівку для плівкових кінотеатрів чи здебільшого лишають у цифровому вигляді.

Зафіксуємо переваги цифрового контенту над плівковим:

- Цифрова фільмокопія менш схильна до механічного зносу ніж плівкова

- Відсутня необхідність фізичної транспортування фільмокопій у кожний кінотеатр окремо

- Цифровий кінопоказ дозволяє миттєво обирати мову фонограми чи субтитрів на одній тій ж самій копії фільму

До недоліків слід віднести необхідність більш високого захисту контенту від піратства.

Технічне забезпечення плівкових кінотеатрів

Демонстрація кіно з 35-мм плівки – це класична технологія кінопоказу, яка включає *кінопроектор і систему звуку*, а також інше додаткове обладнання.

Фільми на 35-мм плівці надходять в рулонах. Один фільм уміщається в середньому на шести-восьми рулонах, в залежності від тривалості кінострічки. Перед показом фільму, плівка з усіх рулонів збирається в єдине ціле за допомогою монтажного столу і *плетера*. Далі стрічка заряджається в кінопроектор, за допомогою якого картинка проектується на екран.

Кіноустановка кінотеатру, де використовували кіноплівку, мала складатися не менше, ніж з двох кінопроекторів для забезпечення безперервності демонстрації фільму. Кожен такий кінопроектор називався «*постом*» та всі існуючі пости централізовано управлялися спеціальною автоматизованою системою кінопоказу, що забезпечує непомітність переходів між окремими частинами фільму для глядача. Багатозальні мультиплекси широко застосовували безперемотувальні плетери.

Зробимо підсумок: в даний час більшість сучасних кінотеатрів переходить на демонстрацію фільмів цифровим кінопроектором з жорсткого диску. Ця технологія більш гнучка та економічна, ніж традиційний показ фільму з кіноплівки. Також існують гібридні технології, що дозволяють оцифровувати фільми, які зняті на плівку та перезаписувати їх на цифрові носії.

1.2 Типи кінотеатрів. Визначення та вимоги до цифрового кінотеатру

Існує декілька класифікацій кінотеатрів. Перша класифікація витікає з того, яким чином відбувається демонстрація фільму. Якщо виконати поділ між носіями, то це лише плівкові та цифрові.

За класифікацією по техніці показу найбільш поширеними є фільми, що демонструються з *плівки шириною 35 мм*

- Звичайні (академічні) співвідношення сторін кадру 1, 37 : 1;

- Широкоекранні співвідношення сторін кадру 2, 35 : 1;
- Кашетовані співвідношення сторін кадру 1, 85 : 1;
- Широкоформатні фільми, що демонструються з *плівки 70 мм* з пропорціями кадру 2, 2 : 1.

В залежності способу демонстрації зображення:

- Плівкові;
- Цифрові;
- 3D-кінотеатри;
- IMAX;
- Drive-in.

В залежності від кількості задіяних екранів:

- Моноекран – кінотеатр з одним екраном;
- Мініплекс – комплекс з кількістю екранів від 2 до 8;
- Мультиплекс – кінотеатр від 9 до 15 залів;
- Мегаплекс – від 16 залів.

Також можна класифікувати кінотеатри по характеру експлуатації (сезонні, цілодобові), кількості місць у глядацькому залі та експлуатаційним особливостям. Ці класифікації перетинаються та можуть включати одна одну.

Далі будемо розглядати типи кінотеатрів, що відносяться до цифрових кінотеатрів.

Як було зазначено вище, життєздатною альтернативою традиційному кіно є електронний, *цифровий кінематограф* – технологічно завершений цифровий процес виробництва, розповсюдження і показу кінофільмів.

Сучасний цифровий кінотеатр потребує принципово нового підходу до побудови структурної схеми. В першу чергу це стосується використання нових компонентів призначених для передачі (транспортування), зберігання і захисту від піратства мультимедійного контенту.

У області цифрового кінематографа активно працюють групи по *стандартизації*, серед яких SMPTE DC28 (Комітет з технологій DC28 Суспільства інженерів кіно і телебачення), ITU Study Group 6 (6 група MCE), MPEG (Група експертів по рухомих зображеннях), EDCF (Європейський форум по цифровій кінематографії) і ін. У складі групи DC28 працює 7 дослідницьких комісій.

Група по цифровому кінематографу SMPTE дає таке визначення: «Цифровий кінематограф – це сукупність процесів, які приводять до публічного показу кінофільмів електронними засобами, зокрема при цьому особливе значення надається проекторам, для яких джерелом зображення є цифрові дані». А також ступеню захищеності цифрових даних.

У зв'язку з тим що виникає необхідність захисту цифрового контенту від несанкціонованого доступу у липні 2005 р. сім провідних кіностудій США та Японії опублікували концепцію розвитку цифрового театрального кінематографу у світі. Ця концепція є по суті технічним завданням на розробку комплексу технологічних засобів цифрового кінематографу.

Digital Cinema Initiatives (DCI) затвердила першу версію специфікації цифрового кінематографу. Документ має назву Digital Cinema System Spec v1 (DCSS) (відкритий доступ до тексту www.dcinovies.com), у ньому сформульовані вимоги до створення цифрового контенту та його транспортування. Основна увага приділяється до кінотеатральних систем безпеки (захисту від піратського копіювання) та приведені загальні вимоги до показу цифрових кінофільмів. Такими вважаються фільми з роздільною здатністю 4096:2160 (4K) чи 2048:1080 (2K), а також зняті цифровим відеокамерами з прогресивною розгорткою частотою 24 кадра/с та роздільною здатністю, не гірше 1920:1080 (1080/24p).

У документі DCSS сформульовані докладні вимоги до різних етапів цифрового кіно. Працюючи з виробниками й операторами кінотеатрів, DCI опублікували четверту версію стандартів цифрового кіно, що охоплюють усе – починаючи від форматів файлів і закінчуючи роздільною здатністю зображення й специфікацій проекції.

DCI вибрали формат JPEG 2000 як стандарт кодування зображення при доставці цифрових фільмів. Переваги даного формату – можливість витягувати невеликі файли з великих майстер-файлів, у цей час він звільнений від сплати ліцензійних платежів.

Основні вимоги та стандарти, що запропоновані DCI щодо формату відео- і аудіофайлів для системи цифрового кіно представлені в табл. 1.2

Таблиця 1.2 – основні параметри мультимедійних файлів за специфікацією DCSS

Загальні вимоги до форматів файлів	<p>DCDM повинен використовувати стандартизовані формати файлів для кожного з елементів (зображення, аудіо та ін.).</p> <p>Файли DCDM повинні мати інформацію для забезпечення синхронізації між кожним файлом.</p>
Структура зображення	<p>DCDM повинен мати роздільну здатність 2К (2048:1080), 4К (4096:2160). Частоту кадрів 24 Гц, або 48 Гц (тільки для зображення 2К).</p> <p>Частота кадрів має бути постійною.</p> <p>Розгортка пікселів на екрані повинна починатися зліва направо та згори до низу.</p> <p>Вертикальний та горизонтальний рахунок пікселів повинен починатися з 0.</p> <p>Центр структури зображення повинен відповідати його центру на екрані (для 4К центр між пікселями 2047 та 2048 по горизонталі, між 1079 та 1080 по вертикалі; для 2К – 1023 та 1024, 539 та 540 відповідно). Шифрування кольору у файлі DCDM повинно бути стандарту X`Y`Z` відповідно до вимог системи МКО від 1931 р.</p> <p>Глибина кольору по кожному з каналів 12 біт. Загальна глибина кольору кожного пікселя 36 біт.</p>
Структура звукового супроводу	<p>Рекомендований стандарт компресування відео файлів JPEG 2000. Система повинна підтримувати формат MPEG 2.</p> <p>Глибина квантування аудіо сигналу – 24 біта (AES3-2003, р. 4.1.1). Частота дискретизації 48 кГц або 96 кГц. Для частоти кадрів 24 Гц – 2000 відліків (48 кГц).</p> <p>Кількість каналів: 1-16. Можливість використання та підтримки стандартних звукових форматів (5.1, 7.1, EX та ін.), зазвичай повинно використовуватися 8 каналів та 8 користувацьких каналів.</p> <p>Звуковий формат файлу – .wav (ITU 3285 v.1). Звуковий файл повинен залишатися нестиснутим на всіх етапах цифрової системи кіно.</p> <p>Звуковий файл повинен мати інформацію щодо керування динамічним діапазоном.</p>

1.3 Цифровий однозальний кінотеатр та його функціональна схема

Функціональну схему системного забезпечення цифрового кінотеатру з одним екраном по специфікації DCSS показано на рис. 1.1.

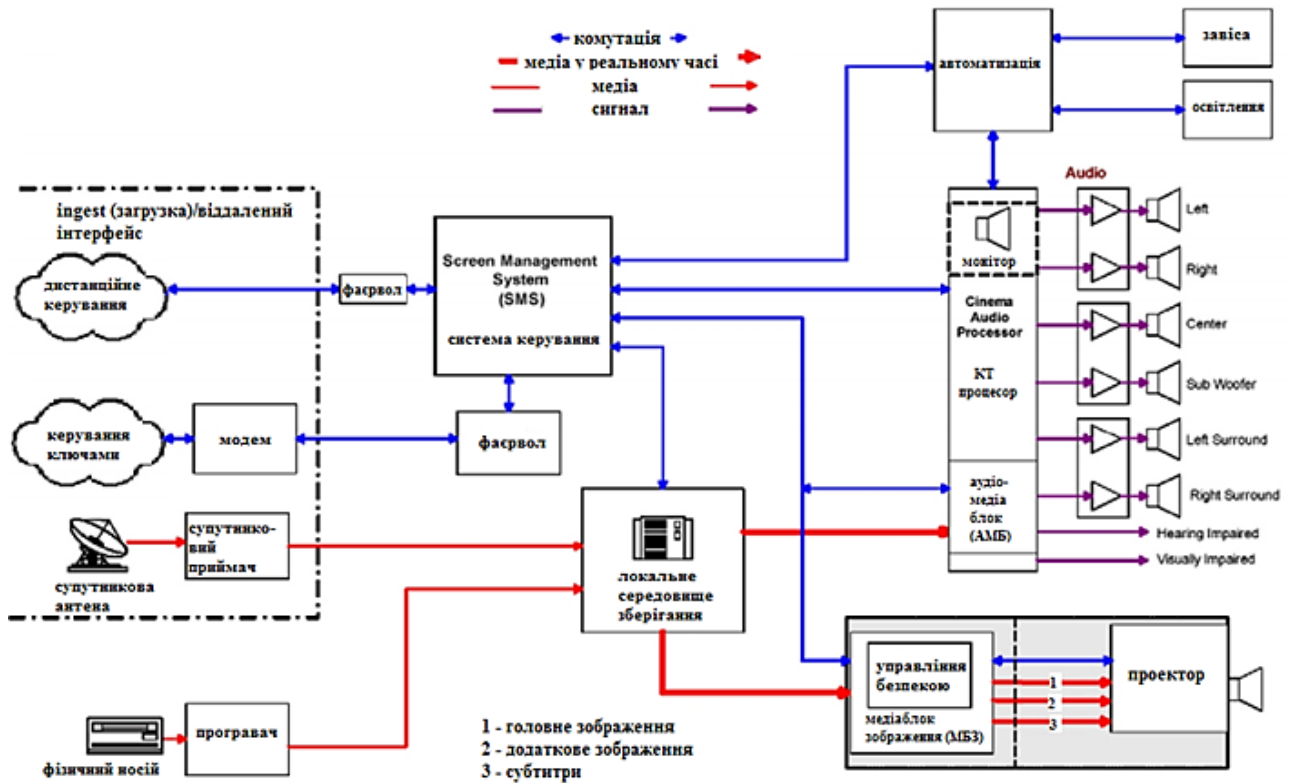


Рисунок 1.1 – Функціональна схема системного забезпечення цифрового кінотеатру з одним екраном по специфікації DCSS

Джерелом сигналу є супутникова антена або фізичний носій інформації, який доставляється кур'єром до кінотеатру. Майстер-файл скануючого з високим дозволом кінофільму займає об'єм більше 10 ТБ. У кінотеатри файли поступають тільки в компресованому вигляді після цифрової корекції яскравості, колірної палітри зображення і введення цифрових фонограм.

Інтерфейси Ingest/Remote кінотеатру забезпечують прийом шифрованого цифрового зображення та звуку, коду доступу Key Delivery Message (KDM) та інформації для його дешифрування. Для одержання контенту можуть використовуватися мідні коаксіальні проводові і оптоволоконні лінії зв'язку Gigabit Ethernet (за IEEE802.3ab та IEEE802.3z відповідно) або антена і приймач супутникового телебачення (Satellite dish та Receiver). Передбачене також зчитування контенту стаціонарним програвачем Fixed Media Player з фізичних

носіїв (Physical Media). Одержувані при цьому сигнали зображення і звуку в темпі їхньої передачі надходять у локальну пам'ять (Local Storage) зберігання більших масивів інформації (Disc array).

Ключ відтворення, надходить в кінотеатр окремо від медіаконтенту. Для управління ключами відтворення, а також створення play-листів та управління роботою кінотеатру використовується система керування кінопоказом, що являє собою програмне забезпечення, встановлене на сервері. Медіаконтент надходить та зберігається в локальному середовищі зберігання (медіасервер). З медіасервера контент надходить на медіаблок зображення (МБЗ) та на аудіо-медіаблок (АМБ), де відбувається дешифрування відео та звуку з використанням ключів відтворення. Дешифрований звук надходить на кінотеатральний звуковий процесор, який перетворює звук у формат 5.1 (та інші). Дозволяється підтримка восьмиканальної фонограми формату 7.1, два з каналів якої (Hearing Impaired та Visually Impaired) можуть бути каналами для відвідувачів з вадами слуху та/або зору. В свою чергу дешифрований відеоконтент (відео, титри, субтитри) за допомогою проектора проєктуються на екран. Блоки АМБ та МБЗ фізично можуть розташовуватись як в медіасервері, так і в проекторі чи в звуковому процесорі. Система автоматизації синхронно з початком демонстрації фільму вимикає освітлення та відкриває завісу.

1. 4. Структура багатозального кінотеатру (цифрового мультиплексу)

Функціональна схема системного забезпечення інформаційної частини 4-зального цифрового кінотеатру по специфікації DCSS показана на рис.1.2.

Основною відмінністю цієї схеми від аналогічної схеми кінотеатру з одним екраном є наявність SMS, локальної пам'яті, медіаблоків та підсистем автоматизації для кожного залу, центральної системи (середовища) збереження та керування Theater Management System (TMS) з сітьовими перемикачами.

Цифровий контент поступає до мультиплексу по встановленим інформаційним каналам чи засобам транспортування та завантажується у центральну чи локальну пам'ять. Ємність системи запам'ятання та зберігання повинна бути не менш 1 ТБ (1024 Мбайт). Далі, використовується інтерфейс Graphical User Interface (GUI), користувачем складається розклад (XML-playlist) попереднього і головного переглядів, які можуть доповнюватися рекламними оголошеннями і логотипами. Система управління SMS забезпечує менеджера

театру призначеним для користувача інтерфейсом для локального управління відповідним залом, зокрема, завантаженням і редагуванням розкладу демонстрації контенту, початком, перериванням і зупинкою показу.

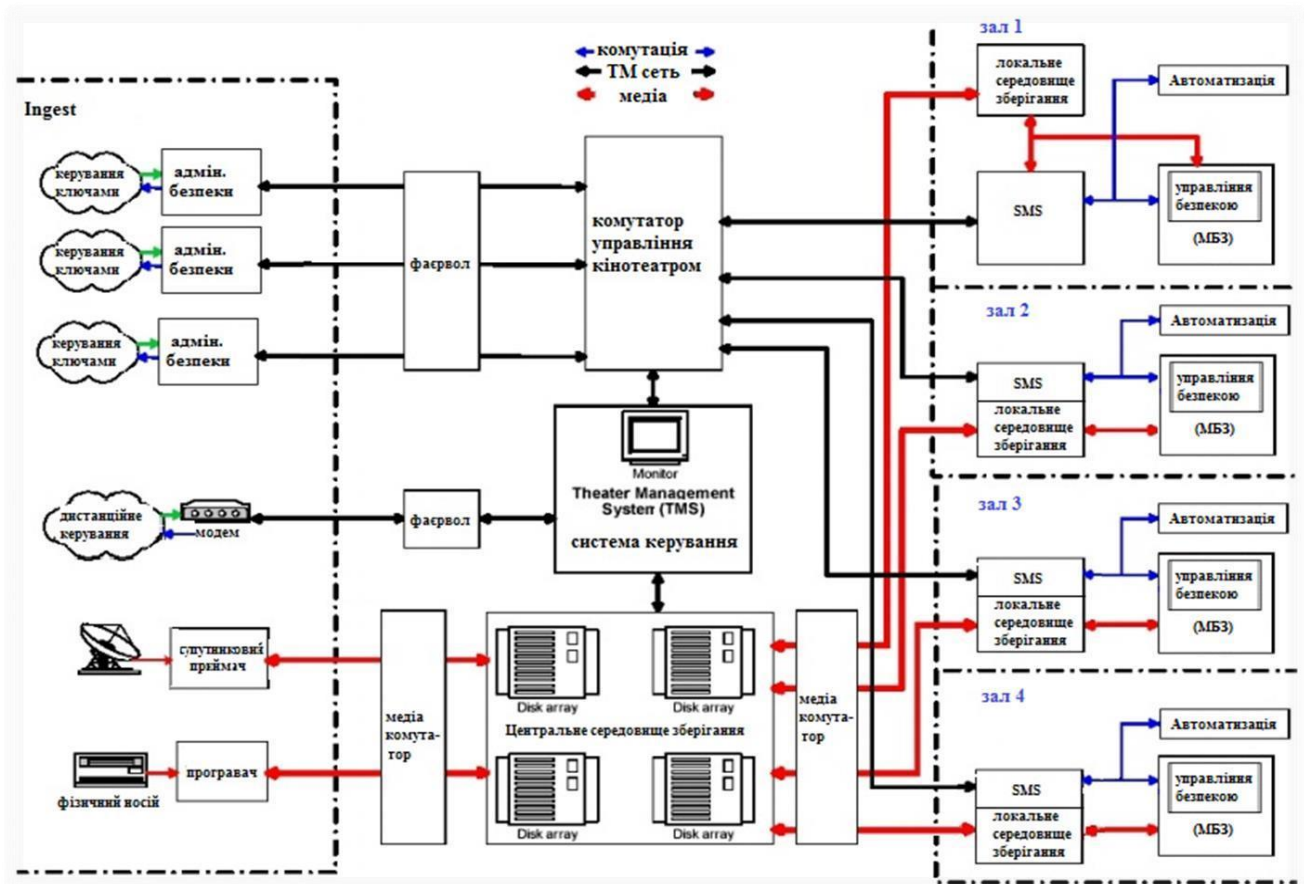


Рисунок 1.2 – Структура багатозального кінотеатру (цифрового мультиплексу)

Система TMS вищого рівня забезпечує програмування і управління поточними режимами роботи всього мультиплексу з центральної диспетчерської та переміщення контенту по його залах. При цьому системи SMS і TMS зобов'язані підтримувати множинні рівні облікових записів користувачів з захищеними паролями відповідними входами в систему. В процесі відтворення наявного контенту повинні бути передбачені можливості видалення старого матеріалу і завантаження нового.

Інтерфейс TMS повинен передбачати пошук несправностей і контроль стану всього цифрового обладнання мультиплексу. У надзвичайних ситуаціях (наприклад, відмова обладнання) показ повинен починатися з затримкою не більше 15 хвилин. Конструкція системи повинна забезпечувати ремонт або заміну будь-якого відмовив компонента системи протягом двох годин. Кожна

система цифрового кінотеатру зобов'язана мати середній час напрацювання на відмову (MTBF) не менше 10 тис. год.

Контрольні питання до лекції

1. Визначити типи кінотеатрів за технологією кінопоказу.
2. Навести порівняння цифрового та плівкового кінотеатрів.
3. Навести функціональну схему системного забезпечення цифрового кінотеатру з одним екраном.
4. Пояснити призначення основних структурних елементів схеми цифрового кінотеатру.
5. Зазначити вимоги до створення та транспортування цифрового контенту.
6. Визначити структуру обладнання багатозального кінотеатру. Навести основні відмінності від структури кінотеатру з одним залом.

Додаткові джерела:

1. Комар В.Г. Сравнение цифровых и киноплёночных систем кинематографа. – Мир техники кино, 2006, № 2. – с. 7-12.
2. Самохин В.П. Альтернативный кинотеатр // «Техника и технологии кино», 2006, №1. – с. 64-72.
3. Digital Cinema System Specification / Version 1.2. – Digital Cinema Initiatives, LLC, 2008. – 156 р. [Електроний ресурс]. – Режим доступу <http://dcimovies.com/specification/>

ТЕМА 2. СЕРВЕРИ ЦИФРОВОГО КІНОТЕАТРУ

2.1 Носії та апаратні джерела для цифрового контенту

Сервер відтворення та цифровий кінопроектор – це ті основні пристрої на зв'язці яких базується будь-який сучасний цифровий кінотеатр (ЦКТ).

Для початку зазначимо які вимоги є для створення та транспортування цифрового контенту. Найбільш поширеним способом доставки цифрової кінокопії у кінотеатр є фізична доставка на жорсткому диску (HDD) (рис 2.1 (а)), кур'єром або експрес-поштою. Все більш популярною стає доставка через інтернет мережу (рис.2.1 (б)).

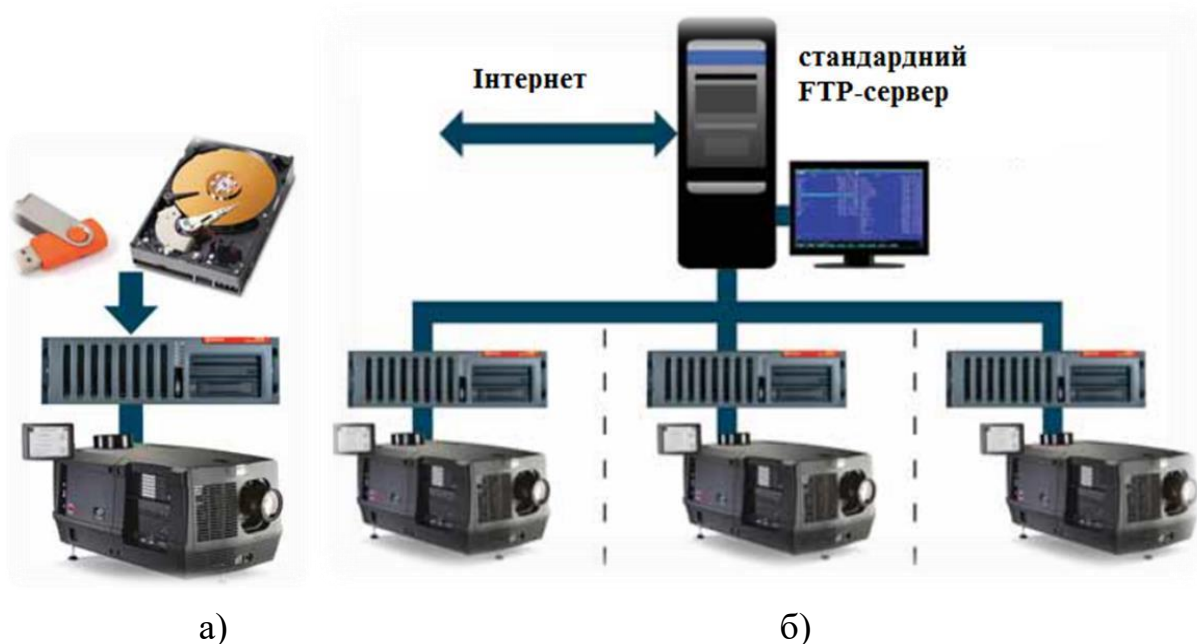


Рисунок 2.1 – приклади доставки фільмокопії до кінотеатру

Доставка через супутникові канали зв'язку також можлива, але з огляду на досить великий розмір файлу цифрової кінокопії і необхідність забезпечення 100% доставки всіх компонентів файлу цифрової кінокопії в кінотеатр, застосування супутникових систем доставки доцільно, якщо кількість одержувачів фільму буде не менше 100-500 кінотеатрів. Важливо, що при супутниковому зв'язку фільм надсилається тільки один раз і може бути отриманий одночасно кількома тисячами кінотеатрів в різних куточках світу. Недоліками такого методу доставки можуть стати труднощі з отриманням

якісного сигналу в регіонах з несприятливими погодними умовами, та ще дорожнеча для передачі інформації окремому кінотеатру.

Отже, на даний час, коли немає необхідності доставляти фільми у кінотеатри у великих бобінах існує два способи доставки фільму у кінотеатр:

- логістичний (доставка копії на фізичному носії – жорсткому диску);
- цифровий (за допомогою Інтернету або супутника).

До кінотеатрів фільми надходять у форматі DCP – Digital Cinema Package («Пакет цифрової кінокопії») DCP – це набір (пакет) файлів, необхідних для відтворення цифрової кінокопії у кінотеатрі.

Мінімальний пакет DCP складається з п'яти файлів:

1. файл опису контрольних сум,
2. файл опису вмісту пакета DCP,
3. компресований та зашифрований MXF-файл зображення фільму,
4. компресований та зашифрований MXF-файл зі звуком фільму
5. файл, який містить список відтворення всіх компонентів фільму.

Пакет цифрової кінокопії (DCP) може містити й більшу кількість файлів. Наприклад, кілька файлів фонограм і субтитрів різними мовами, файл керуючих сигналів для зовнішніх пристроїв, що використовуються під час цифрового кінопоказу.

Об'єм, що займає цифрова *кінокопія*. Некомпресоване зображення повнометражного фільму з дозволом 2K займає близько 2 Тб. А *майстер-файл* відсканованого з великим дозволом кінофільму займає обсяг більше 10 Тб. Такий обсяг інформації неможливо копіювати і передавати в кінотеатри. Саме тому *при виробництві* цифрової кінокопії застосовують компресування (стиснення) файлів зображення. Для цієї мети DCI обрали формат JPEG 2000 як стандарт кодування зображення при доставці цифрових фільмів.

Внаслідок компресії, пакет файлів (DCP) однієї цифрової кінокопії фільму з дозволом 2K займає близько 160-200 Гб. Один рекламний ролик займає близько 24 Гб в залежності від довжини та складності зображення. Завдяки особливостям технології компресії JPEG2000 розмір файлу з дозволом 4K всього на 5-10% перевищує обсяг зображення з роздільною здатністю 2K.

Після того, як показчик отримує фільм через Інтернет, супутник або на жорсткому диску, йому необхідно скопіювати його на своє обладнання. Кожен

кінотеатр на підставі призначеної для користувача ліцензійної угоди отримує доступ до того чи іншого фільму бази.

Кінопоказ запускається у встановлений дистриб'ютором час за допомогою KDM-ключа Key Delivery Message (невеликий файл, що дозволяє розблокувати і розшифрувати фільм), який завчасно (як правило, за кілька днів) відправляється прокатником по електронній пошті. KDM-ключі також доступні на серверах компаній-посередників. Виглядає він як XML файл.

При генерації KDM також вказується *часовий період*, протягом якого сервер зможе розшифровувати DCP. Після закінчення цього часу показ буде неможливий до завантаження нового KDM, з потрібними датами. Це робиться спеціально для того, щоб творці фільму могли *регулювати показ* в кінотеатрах. Також існує Distribution KDM – технічно звичайний KDM, тільки згенерований не для кіно сервера, а для обладнання по мастерингу DCP. Призначений він для того, щоб дистриб'ютори могли розшифровувати на своєму обладнанні фільм, і могли внести будь-які правки (переклад, налаштування звуку, тощо).

У ключі указують серійні номери конкретних серверів, та номери кінопроекторів. Тобто з одним ключем неможливо відкрити доступ до фільму на декількох серверах.

2.2 Основні вимоги до серверів цифрового кінотеатру

Сервер відтворення - це спеціалізована захищена комп'ютерна система для отримання та зберігання цифрових кінокопій, їх обробки і відтворення в кінотеатрі. Саме в сервері відтворення відбувається дешифрування і декомпресія зображення.

Сервер відтворення, поряд з цифровим кінопроектором відноситься до ключових компонентів системи цифрового кінопоказу, тому до нього пред'являються дуже високі вимоги як *по безпеці, так і по надійності*.

За допомогою сервера можна управляти не тільки кінотеатром з одним залом, але і мультиплексом, дозволяючи програмувати сеанси і управляти їх показом у різних залах.

Сервер кінотеатру складається з трьох основних частин:

- накопичувач;
- система програмування сеансів;

- система програмування кінозалів.

Накопичувач (дисковий масив) забезпечує зберігання стислих і зашифрованих кінофільмів, рекламних роликів і інших програм. Архітектура дискових масивів дозволяє багаторазово відтворювати будь-які кінопрограми, а також забезпечує використання одного файлу з фільмом одночасно в декількох кінозалах кінотеатру.

Система програмування сеансів сервера формує так звані електронні плетери, тобто дозволяє скласти з будь-яких доступних файлів з фільмами, рекламними роликами та заставками різні програми сеансу. Таким чином, легко складаються програми денного і вечірнього сеансів одного і того ж фільму.

Буває, що при зниженій відвідуваності кінофільму має сенс замінити його на інший, або ж, навпаки, при великому напливі відвідувачів запустити один фільм відразу в декількох кінотеатрах. З цим успішно справляється *система програмування кінозалів* сервера кінотеатру.

За допомогою системи програмування кінозалів сервер одночасно забезпечує відтворення і зображення, і звуку фільму. Інтерфейс керування дозволяє не тільки забезпечувати кінопоказ у кінозалі, але й так само управляти показами рекламних роликів в фойє або на фасаді кінотеатру та динамічними електронними постерами на базі рідкокристаличних дисплеїв.

Виробники серверів

Сервери відтворення для цифрового кінопоказу випускають такі компанії, як Dolby Laboratories, DoReMi Technologies, Sony, Datasat/DTS, XDC, GDC, Kodak, T- Systems, Qube, QuVIS.

Компанії DataSAT Digital Entertainment і Qube Cinema XP-D утворили стратегічний альянс, метою якого стало створення і просування на ринку рішень для цифрових кінотеатрів. В результаті цієї співпраці навесні 2009 року була розроблена і випущена модель сервера DC-20

Передня панель серверу Datasat DC20 з поясненням позначень представлена на рис. 2.2. Задня панель – на рис. 2.3.



Рисунок 2.2 – передня панель серверу Datasat DC20 (1- DVD-ROM, 2 - приймач CRU DataPort™, 3- кнопка живлення, 4 - eSATA порт, 5 - 2 x USB 2.0)

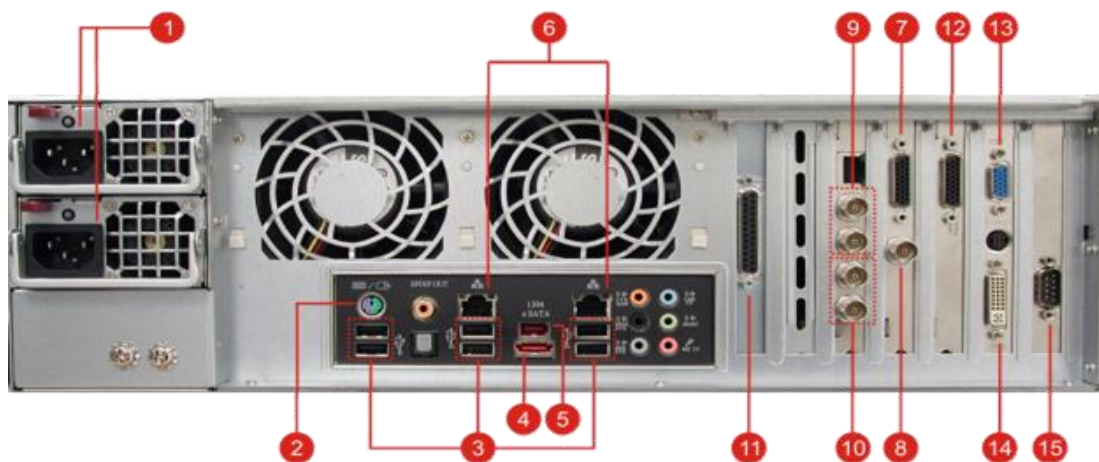


Рисунок 2.3 – задня панель серверу Datasat DC20 (1- 2 x вхід живлення, 2 - порти клавіатури і миші; 3 - 2 x USB 2.0; 4 - eSATA порт; 5 - IEEE 1394; 6 - 2 x Gigabit Ethernet порт; 7 - AES3 audio out; 8 - таймер аудіо)

Розберемо далі якими *характеристиками* має володіти сервер цифрового кіно. Ці характеристики витікають з параметрів якості кінопоказу і вимог цифрового формату, до яких відносять такі:

1. *Надійність*. Кількість рейд конфігурацій, яка забезпечує надлишковість середовища зберігання та його надійність необмежена (RAID). Система зберігання повинна забезпечувати надлишковість таким чином, щоб у випадку виходу з ладу жорстких дисків система продовжувала роботу без видимих переривань чи артефактів. Забезпечується безперебійна робота за рахунок наявності резервних джерел живлення і дискових масивів; оптимальною є конфігурація RAID5.

2. *Смуга пропускання.* Сервер повинен забезпечувати достатню смугу пропускання для підтримки неперервного відеопотоку, а також

- стиснуті відеодані зі швидкістю 307 Мбіт/с, нетиснутого звуку (16 каналів, 24 біти, 96кГц), а також субтитри;
- відтворення зображення у форматі JPEG 2000 з дозволом 2K і 4K в кольорному поданні 12 біт 4: 4: 4 (XYZ, RGB, ICT чи YPbPr) та звуку в форматі AES;
- відтворення фільмів формату 3D-JPEG2000;
- підтримку інтерфейсів Dual Link HD-SDI.

3. *Безпека.* Необхідно, щоб відео/аудіо контент на сервері був зашифрований за допомогою стандарту шифрування AES (Advanced Encryption System). Незашифровані матеріали не повинні зберігатись на сервері. Для безпеки сервер забезпечує

- підтримку алгоритмів дешифрування и декодування матеріалів, технологій "водяних знаків" для зображення;
- шифрування ліній зв'язку – виходи сервера підключаються до кінопроектору по лінії зв'язку, яка зашифрована (Link Encryption).

4. *Ємність* необмежена. Сервер повинен забезпечувати збереження як мінімум трьох складових кіносеансу: попередній кінопоказ, власне кінофільм, анонс наступних сеансів.

5. *Умови користування:* спеціальний призначений для користувача інтерфейс для зручного та гнучкого керування процесами;

- підтримка мережевих протоколів Gigabit Ethernet, USB и RS-422 и GPIO для роботи в комплексі периферійного обладнання (світло в залі, зашторювання);
- керувати списками відтворення можна за допомогою тачскрін на передній панелі або можливо підключати монітор.

2. 3 Конфігурації розташування медіаблоків

До 2010 року фізично сервер був єдиним пристроєм, що поєднував вже перелічені засоби зчитування, збереження, дешифрування та передавання даних кінофільмів (технічні та функціональні особливості). У 2011 році компанія DoReMi випускає сервер з зовнішнім медіаблоком, тобто відділяє середовище зберігання від середовища відтворення. Але технології не стоять на місці та

кіноапаратура змінює свою конфігурацію відповідно до викликів часу. Починається зміна поколінь серверів для цифрового кінопоказу.

Наразі вже існують технічні засоби що дозволяють поєднувати медіаблок з кінопроектором. Кінопроектори поєднуються у спільну локальну мережу кінотеатру з доступом до *єдиного серверу* що по суті стає медіабібліотекою. Вимоги до такого серверу значно більші – він має бути більш надійним та мати більшу ємність. Перевага такого поділу очевидна: мультиплекси можуть мати лише одну кімнату для розташування серверу, а кінооператорські значно спрощуються, через розміщення там лише кінопроектору.

Отже, існують дві основні конфігурації середовищ зберігання:

- локальне середовище зберігання;
- центральне середовище зберігання.

Локальне середовище зберігання або локальний сервер – конфігурація, де сервер розташований у кожному залі.

Центральне середовище зберігання або центральний сервер – конфігурація, коли весь медіа контент зберігається централізовано для всіх кінозалів мультиплексу.

Декодування відео контенту відбувається у *медіа блоці*, який може мати дві конфігурації: медіаблок розташований на сервері; медіаблок розташований в проекційній системі. Один або декілька медіа-блоків несуть відповідальність за перетворення упакованих, стиснутих та зашифрованих даних у вихідне зображення, звук та субтитри. Функції захисту медіа-блоків можуть виконуватися лише в межах фізично безпечних периметрів, які називаються захищеними блоками обробки (SPB) (див. рис. 2.4, рис. 2.5).

Скорочення та умовні позначення на рис. 2.4, 2.5:

SMS – *Screen Management System* – система керування показом;

SPB – *Secure Processing Block* – захищені блоки обробки;

SM – *Security Manager* – блок управління безпекою;

MD – *Media Decryptor* – розшифрування медіаданих;

FM – *Forensic Marker* – мітка «водяного» знаку;

LE – *Link Encryptor* – зашифрована лінія;

LD – *Link Decryptor* – розшифрування лінії.

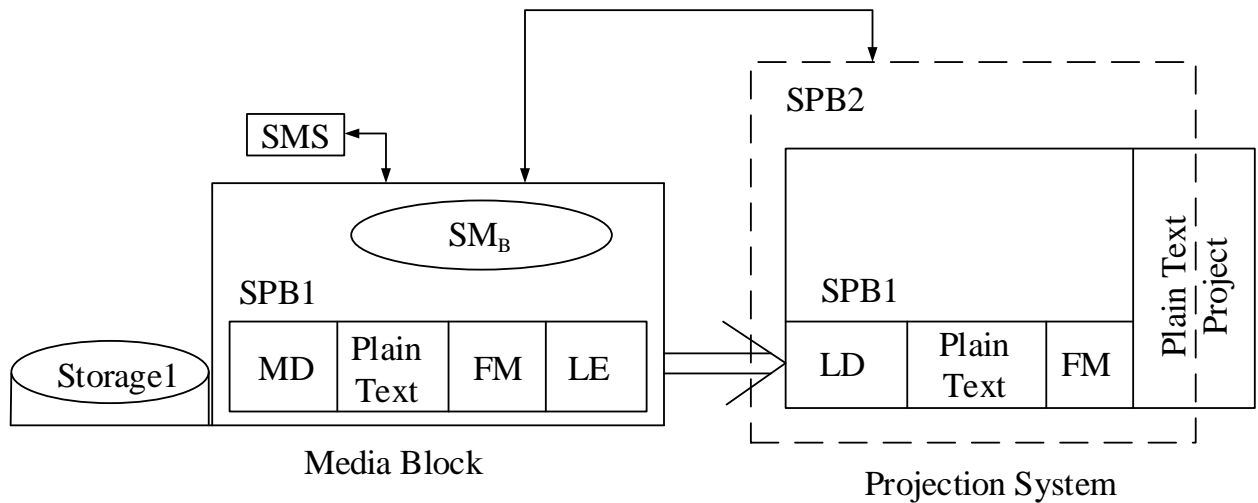


Рисунок 2. 4 – Медіаблок розташований на сервері

В випадку на рис. 2.4 необхідно шифрування ліній з'єднання між медіа-блоком та проекційною системою.

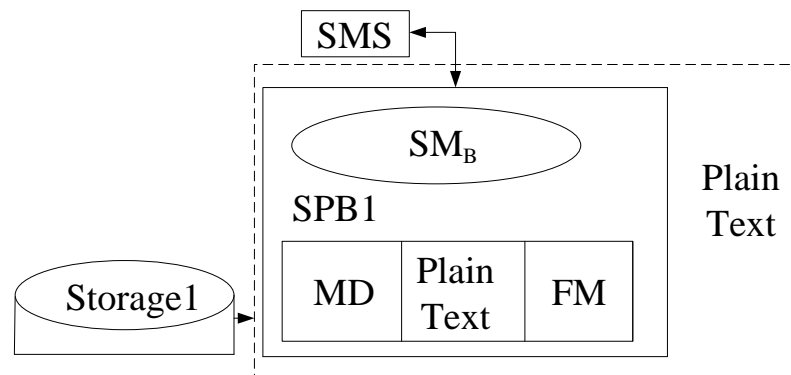


Рисунок 2. 5 – Медіаблок розташований в проекційній системі

Така конфігурація (рис. 2.5) надає можливість не вимагати шифрування посилань. В цьому випадку немає шифрування ліній з'єднання.

2. 4 Приклади застосування

Минуле:

Прикладом функціонування всіх компонентів системи цифрового кінематографа, що використовувалась раніше, буде лінійка серверів для електронного кіно компанії EVS Digital Cinema, (1999). Сімейство серверів *CineStore* представлено п'ятьма моделями серверів для кінотеатрів, кожен з яких працює на всіх етапах організації цифрових кінопоказів.

Схема роботи серверів Cine Store має вид, що показано на рис.2.6.

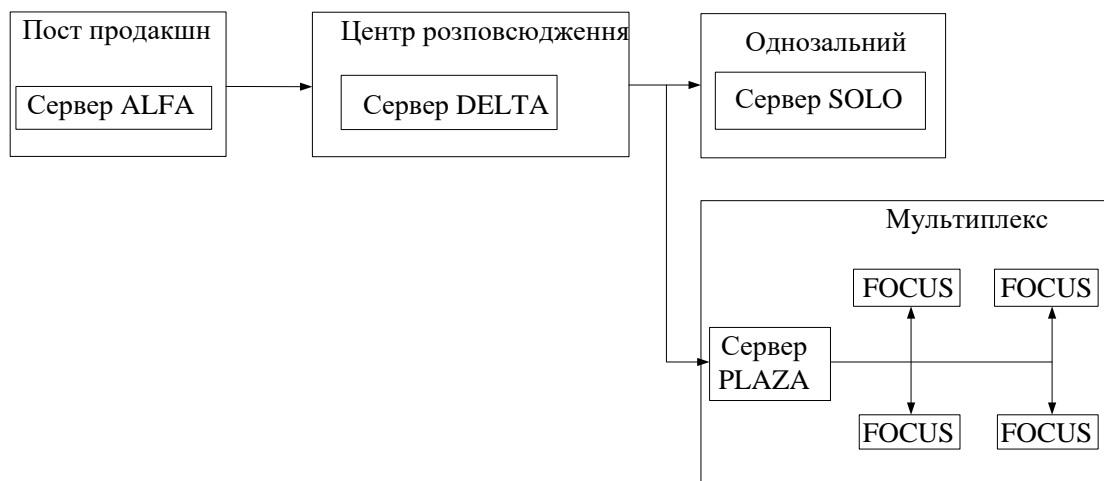


Рисунок 2. 6 – Сімейство серверів CineStore

Сервер ALFA – призначений для стиснення/шифрування.

Сервер DELTA – зберігання/копіювання фільмів на DVD чи Blu-ray диски, розподіл та доставка контенту в кінотеатри до серверів SOLO та PLAZA через супутникові та волоконно-оптичні канали зв'язку.

Сервер PLAZA – центральний сервер ЦКТ, що приймає контент та розподіляє між серверами кінотеатрів FOCUS. PLAZA управляє сеансами, може зберігати до 12 фільмів. Розрахований на 6 кінозалів.

Сервер FOCUS – система кінопроекції, де відбувається декодування зображення і звуку для демонстрації фільмів в залі .

Сервер SOLO – розроблений для однозальних кінотеатрів і об'єднує в собі функції дешифрування, декодування та відтворення.

Сучасне:

Прикладом застосування сучасних серверів відтворення є сервер *CineCloud* від італійської компанії Cinemessanica. Медіа-блок IMB встановлюється прямо в кінопроектор.

Система має єдиний модульний сервер і медіабібліотеку для цифрового кінотеатру. Забезпечує найвищу надійність, можливість миттєвої «гарячої» заміни несправного модуля без зупинки кінопроекції в кінозалах. Зберігання різних фільмів, реклами, ключів відразу для всього кінотеатру. Відправка фільмів незалежно в кожен зал в режимі реального часу відразу в кінопроектор, на вбудований інтегральний медіа блок по локальній мережі кінотеатру.

Автоматично виконується розклад кінопоказу для всього кінотеатру. Виконання сервером будь-якого графіка кінопоказу. Завантаження потрібного

контенту через Інтернет, отримання ефірного аудіо-відеосигналу і потокового відео з супутника і з кабельної мережі, розклад фільмів відразу для всього мультиплексу.

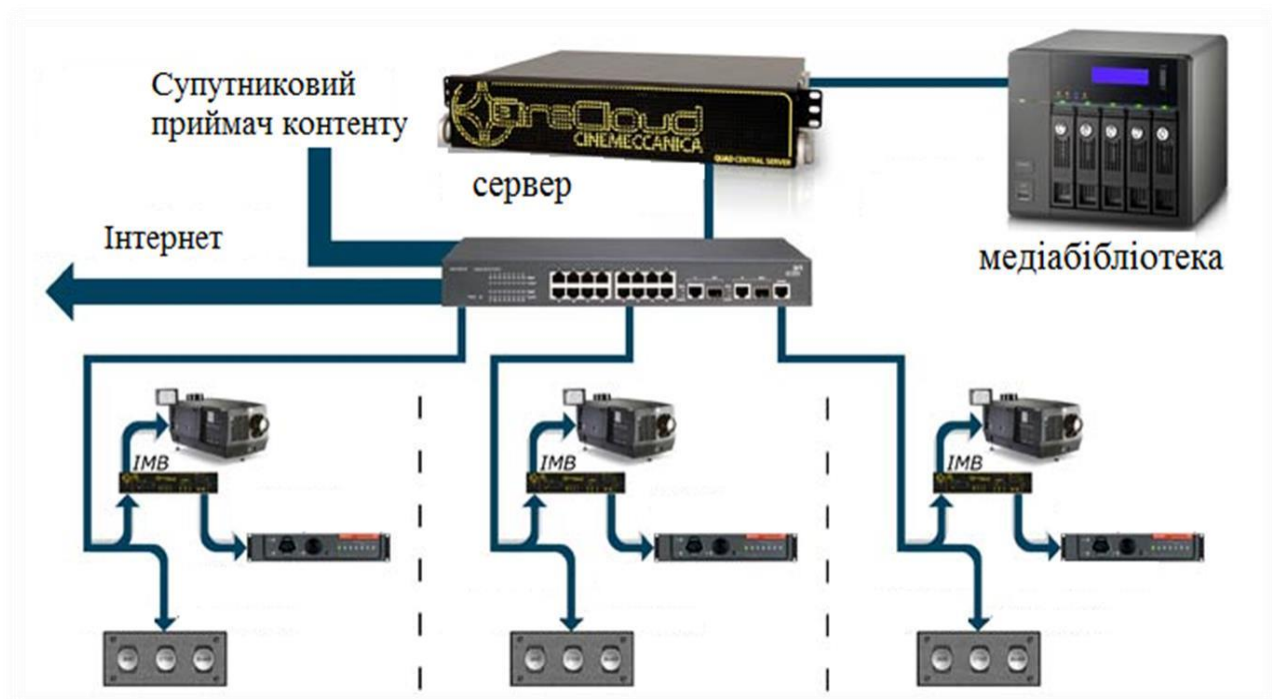


Рисунок 2.7 – Комутація серверу CineCloud

Автоматизація управління світлом в кожному залі, управління звуком в кожному залі, легкість роботи з програмним забезпеченням, віддалене програмування репертуарів, можливість оперативної заміни кіносеансів.

Єдина програма TMS відразу для всіх кінозалів з оперативним управлінням і контролем, швидко і просте програмування репертуарів на тижні і місяці вперед. Кінопоказом кінотеатру тепер може управляти одна людина – один раз в тиждень змінивши репертуар – незалежно від кількості залів і насиченості репертуарної політики кінотеатру.

Нарощувана медіа бібліотека: в залежності від потреб кінотеатру можливе нескінченне нарощування обсягу жорстких дисків при підключенні зовнішніх медіа сховищ. Модульна конструкція сервера: сервер поставляється в тій конфігурації, яка потрібна кінотеатру. При збільшенні кількості залів досить докупити необхідні блоки, не змінюючи обладнання та не змінюючи принцип єдиного місця знаходження керівного органу всім кінопоказом.

Контрольні питання до лекції

1. Визначити поняття серверу відтворення для цифрового кінотеатру.
2. Навести основні технічні характеристики, якими повинен володіти сервер.
3. Навести приклад розрахунку ємності середовища зберігання контенту.
4. Який метод компресії цифрового контенту використовують для стиснення фільмів по регламенту DCI.
5. Визначити основні конфігурації розташування медіаблоків.
6. Навести приклад застосування серверів відтворення. Навести виробників серверів відтворення для цифрового кінопоказу.

Додаткові джерела

1. Серверы CineStore для цифровых кинотеатров [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<http://www.digitalcinema.ru/content/press/dtech002.php>
2. CineStore SoloG3 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.barco.com/ru/product/cinestore-solog3>
3. Единый 3D киносервер для кинотеатра [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kinolab.ru/equipment/cinecloud.php>

ТЕМА 3. ПРОЕКЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВИХ КІНОТЕАТРІВ

3.1 Проекційні технології відображення відеосигналів

Цифрові фільмокопії потребують високого ступеню захисту від піратського копіювання. Існує поділ цифрового кінематографа на категорії *D-Cinema*, де такий захист обов'язковий, і *E-Cinema*, де він не регламентований.

Під D-Cinema мається на увазі зображення з дозволом 2K і краще (не менше ніж на 1000 рядків по 2000 пікселів в кожному з них) з шести- і більше каналним звуком. Проектор D-Cinema повинні забезпечувати найкращу презентацію. У специфікації DCI, технологія проектування не обмовляється, а наведені загальні вимоги до проектування цифрових кінофільмів.

Платформа E-Cinema з роздільною здатністю HDTV (1920:1080) і менше враховує інтереси широких верств населення в добрій якості не тільки електронного кіно, але і трансляцій альтернативного змісту, наприклад, театральних постановок, мюзиклів, спортивних змагань і освітніх програм. Допускається застосування проекторів альтернативних технологій. Всі європейські та американські мережі кінотеатрів активно використовують системи E-Cinema для показу реклами, альтернативних програм. E-Cinema не гарантує захисту від піратства і не відповідає вимогам творців кінофільмів.

Проектор для цифрового кінотеатру повинен забезпечувати проекцію з максимальним заповненням екрану формату 1:2,35 при достатній яскравості і роздільній здатності. Переважна більшість мультимедійних проекторів оснащена модуляторами світла формату 3:4, об'єктивами з кратністю масштабування до 1,3, і їх основним призначенням є відображення комп'ютерної графіки. Потужні проектори з цієї серії можуть комплектуватися змінною оптикою, але, вони неефективні в плані використання світлового потоку.

У наш час широке поширення одержали дві технології проекції цифрового зображення схвалені всіма провідними кіностудіями: технологія DLP Cinema™, розроблена компанією Texas Instruments, і D-ILA™, розроблена компанією JVC.

Спочатку усіма кіностудіями Голлівуду кращими вважалися лише мікродзеркальні проектори категорії DLP. Texas Instruments уклала ліцензійні угоди з компаніями Barco, Christie і NEC Viewtechnology Ltd на застосування

технології DLP Cinema™ у цифрових кінопроекторів категорії D-Cinema. Компанія Barco, разом з компанією Kinoton випускає кілька кінопроекторів на основі DLP технології.

Отже, майже всі сучасні цифрові проектори реалізуються за рідкокристалічною (РК) або DLP технологією (Digital Light Processing). Найбільш близькими по біологічній сумісності є зображення, що створені рідкокристалічними (LCD, D-ILA, LCOS, SXRD) проекторами, оскільки проекція здійснюється не порядково, а у вигляді послідовності готових слайдів, тобто майже так само, як в плівковому кінематографі. Всі пікселі цих слайдів оновлюються одночасно з кадровою або кратною їй частотою, причому без гасіння екрану і обтюраторного перекриття кадрового вікна, необхідного в класичному кінематографі для непомітності змазувань зображення при плівкових кадрозмінах.

Проектори, що використовують вказані технології можна поділити на:

- Відеопроєктори з модуляцією світлового потоку, що пропускається.
- Відеопроєктори з модуляцією світлового потоку, що відображається (РК проектори технології D-ILA (Direct Drive Image Light Amplifier), відеопроєктори технологій LCOS (Liquid Crystal on Silicon) та SXRD (Silicon X-tal Reflective Display), мікродзеркальні (DLP) відеопроєктори
- Відеопроєктори з *твердотільними джерелами світла* (більше уваги приділяється альтернативним джерелам світла. До них відносяться потужні світлодіоди (Light Emitting Diode, LED) і лазери які, перевершують дугові лампи по ресурсу і спектральній стабільності світлового потоку).

Розглянемо *оптичні схеми проекторів, що реалізують одну з сучасних проекційних технологій* на прикладі цифрового проекційного блоку, що запатентований під маркою DLP компанією Texas Instruments.

В одному матричному блоці DLP (рис.3.1) світловий потік лампи (5) фокусується на вході світловода (3), в якому досягається рівномірність потоку по перерізу. Пройшовши через систему лінз і призму повного внутрішнього відбиття, світловий потік формується по розміру DMD-матриці (2) і потрапляє на неї. В залежності від положення кожного мікродзеркала відбита їм частина світлового потоку направляється або в об'єктив (1), який проектує зображення на екран, або в поглинач, який зводить до мінімуму паразитну засвітку екрану.

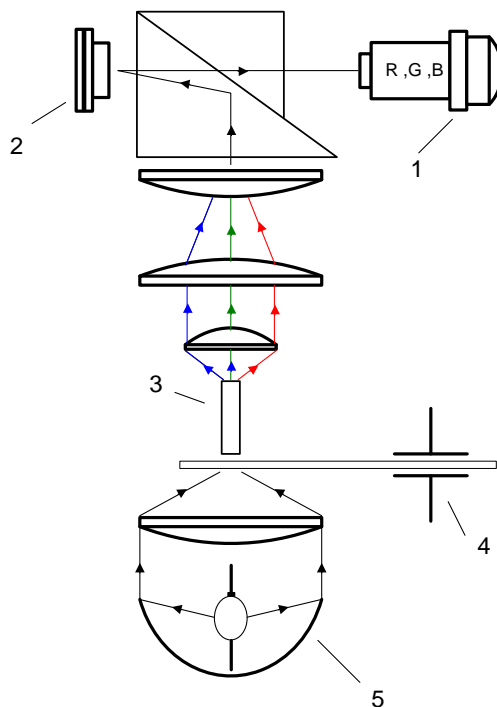


Рисунок 3.1 – Одноматричний блок DLP. 1 – об’єктив; 2 – DMD (R, G, B); 3 – світловод ; 4 – фільтр кольорів; 5 – джерело світла

Для формування багатокольорового зображення в проекторі використовується фільтр кольорів, що обертається і складається з трьох секторів: червоного, синього та зеленого.

Триматричні проектори (рис.3.2) мають простішу конструкцію, хоча за розмірами, масою та ціною всі вони на порядок перевершують одно- та двоматричні. Вони мають досконалішу оптичну систему, сучасну електроніку та більш потужну лампу. Фільтр кольорів у таких проекторах відсутній. Світловий потік, який пройшов через призму повного внутрішнього відбиття, потрапляє в систему дихроїчних призм, які розділяють його на потоки базових кольорів, кожний з яких направляється на призначену тільки для нього DMD-матрицю.

Перевагою DLP-проекторів є краща контрастність (Full on/off) та відсутність на екрані контурних шлейфів за фрагментами зображень, які швидко рухаються, що нерідко спостерігається в LCD-проекторах. Крім того, у мікродзеркалах відсутній ефект засвітки «білими» пікселями сусідніми «чорними», що забезпечує кращу контрастність зображення та передачу тонких ліній. В результаті саме трьохчипові DLP-пристрої домінують сьогодні в секторі найпотужніших, професіональних проекторів, які забезпечують найвищу якість зображення.

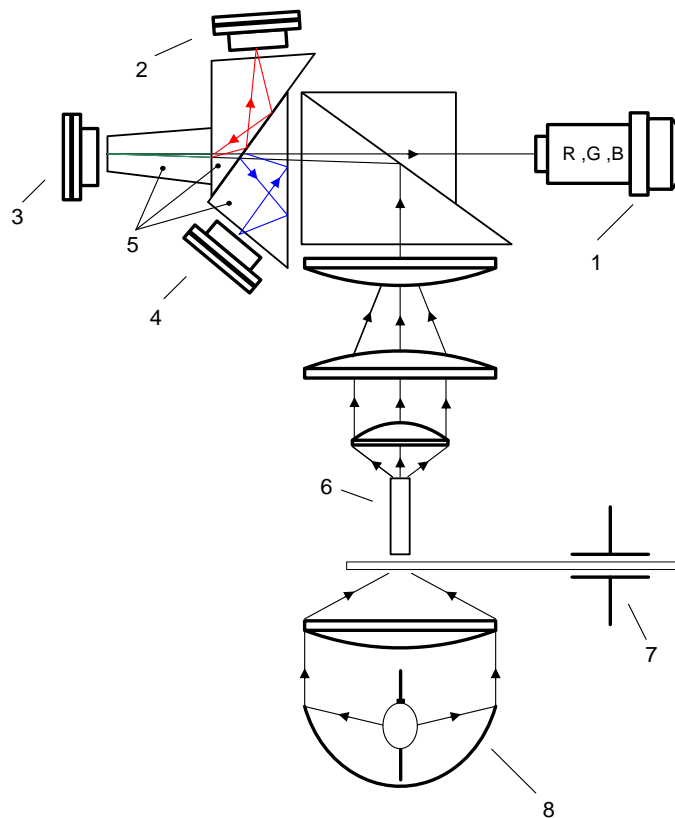


Рисунок 3.2 – Триматричний блок DLP. 1 – об’єктив; 2 – DMD (R); 3 – DMD (G); 4 – DMD (B); 5 – кольороподільна призма; 6 – світловод ; 7 – тепловий фільтр; 8 – джерело світла

Найкращі моделі DLP-проекторів містять в собі три чіпи DMD та були реалізовані за оптичною схемою, що зображена на рис. 3.3.

В такій системі (рис.3.3) світловий потік, створений проекційною лампою (11), пройшовши конденсорну систему (8) з тепловим фільтром (9), дзеркалами (7) та призму повного внутрішнього відбиття (6), поступає через світловод на комбіновану кольоророздільну призму (2). Вона виділяє з потоку складові первинних кольорів і направляє їх на поверхні мікродзеркальних чіпів DMD (3-5) відповідних каналів. Відбиті чіпами промодульовані складові кольорів об’єднуються комбінованою призмою в загальний світловий потік, який потім поступає в проекційний об’єктив (1).

Чіп DMD являє собою світловий модулятор, що складається з матриці поворотних алюмінієвих дзеркал, кількість яких відповідає роздільній здатності проектора. Мікродзеркала розміром 16x16 мкм закріплюються на підкладці, що дозволяє їм повертатись в межах 10 градусів.

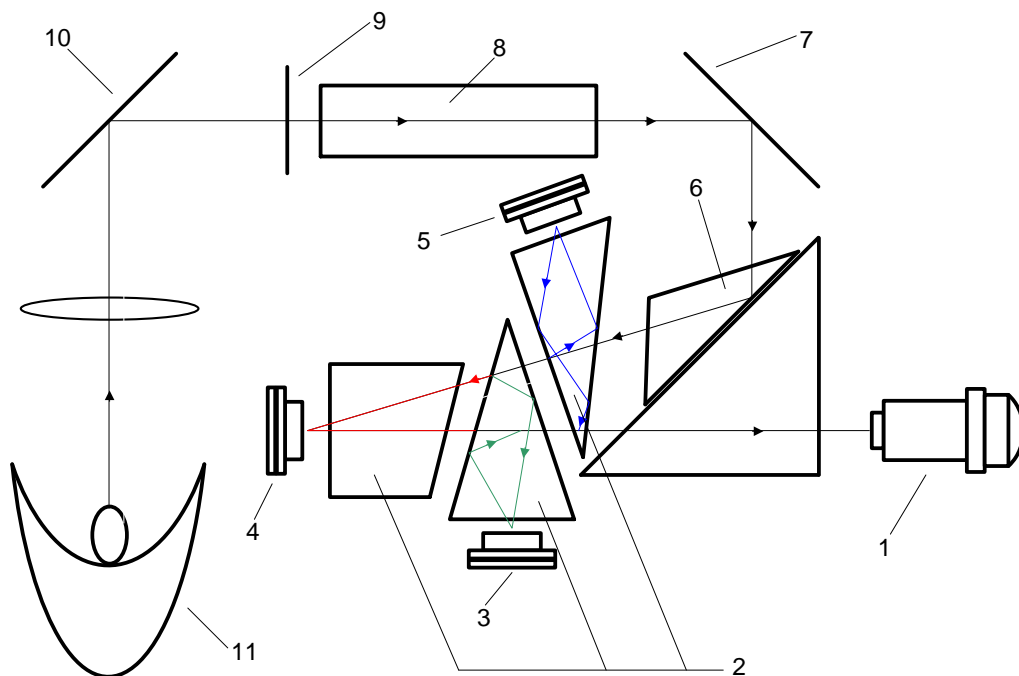


Рисунок 3.3 – Функціональна схема проектора DLP. 1 – об’єктив; 2 – кольороподільна комбінована призма; 3 – DMD (G); 4 – DMD (R); 5 – DMD (B); 6 – призма повного внутрішнього відбиття; 7 – дзеркало ; 8 – інтегральний конденсор; 9 – тепловий фільтр; 10 – дзеркало з позолоченим покриттям; 11 – джерело світла.

На кожний мікродзеркальний піксель чіпа підведені керуючий та пара адресних електродів, з’єднаних із коміркою пам’яті типу SRAM та CMOS (КМОП) на підкладці. В першому випадку відбите мікродзеркалом світло потрапляє в оптичну систему проекційного об’єктива, а в іншому – розсіюється та поглинається. Час оптичного перемикання мікродзеркал не перевищує 2 мкс. Керування положенням дзеркал здійснюється методом цифрової широтно-імпульсної модуляції.

Цифрові проектори повністю сумісні з існуючою інфраструктурою традиційної кіноапаратної і використовують лампові ліхтарі із ксеноновою лампою, аналогічні традиційним 35-мм кінопроекторам. Це дозволяє легко інтегрувати цифровий проектор з існуючими в кінотеатрі системами електроживлення, вентиляції й автоматики.

3. 2 Вибір проекційного обладнання.

Вибір кінопроекційної апаратури здійснюється за розрахунковим світловим потоком, необхідним для отримання заданої яскравості в центрі

екрана при базовому виді кінопоказу. Яскравість екрану визначається при проектуванні на нього білого поля як відношення сили світла, що випромінюється екраном у напрямі глядача, до площі екрану, видимої з цього напрямку. Повний діапазон рекомендованих яскравостей кіноекрану складає 40-65 кд/м². Середнє нормативне значення яскравості для екранів, що обслуговуються відеопроєкторами в електронних кінотеатрах, прийняте 41 кд/м². Необхідний світловий потік кінопроектора визначається за формулою:

$$F = \frac{3,14 \cdot k_1 \cdot k_2}{k_3 \cdot \beta} SL \text{ лм}, \quad (3.1)$$

де k_1 – середній коефіцієнт, що враховує нерівномірність світлового потоку $=0,7$; k_2 – коефіцієнт запасу світлового потоку дорівнює 1,15; k_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла в склі протипожежної заслінки дорівнює 0,85, β – розрахунковий коефіцієнт яскравості екрану; S – площа екрану в м²; L – необхідна яскравість екрану в кд/м².

Залежно від виду кінопоказу, величини необхідного світлового потоку при обраному типі екрана визначається тип кінопроектора для даного кінотеатру.

Для нових та реконструйованих кінотеатрів після здачі в експлуатацію кінопроекційною апаратури, а для діючих – після заміни або капітального ремонту апаратури, або заміни екрану вимірюється фактичний світловий потік кінопроектора і яскравість екрану в центрі при номінальному режимі джерела світла і встановлюється експлуатаційна (паспортна) яскравість в центрі екрану для даного кінотеатру, визначаються робочі режими джерел світла для всіх видів кінопоказу. Паспортна величина яскравості заноситься в формуляр кінотеатру підтримується в процесі експлуатації.

При виборі кінопроектору слід орієнтуватися на кінопроектор з великим у порівнянні з розрахунковим номінальним світловим потоком, маючи на увазі створення необхідного резерву світлового потоку і можливості роботи ксенонових ламп в декількох режимах.

Оскільки реальний світловий потік навіть у нового відеопроєктора звичайно на 25% за менше рекламованого, паспортний світловий потік проектора повинен не менше ніж в 100 разів перевищувати квадрат ширини екрану.

Перелічимо основні особливості систем відтворення і проектування цифрових кінотеатрів, передбачених нормативним документом DCSS.

Системи відтворення і проектування згідно стандартів DCI повинні забезпечувати:

- перетворення колірного простору X'Y'Z' дистрибутивного контенту DCDM в колірну палітру, що натурально відображається проектором;
- відображення з власної роздільною здатністю 4096:2160 чи 2048:1080. або забезпечити конверсійний перехід від 2048:1080 до 4096:2160. Зображення не повинно конвертуватися до дозволу меншого, ніж у контенту;
- підтримку частоти проходження кадрів і більше одного формату проектування;
- повні функціональні можливості відтворення з будь-якого місця розкладу;
- повідомлення перед рестартом після переривання енергопостачання про те, що відтворення аварійно переривалося, з пропозицією перезапустити його з місця, що передувє аварії, а також реєструвати такі події;
- безперервне відтворення, без переривань і збоїв;
- корекцію затримки звуку на ± 5 кадрів зображення з дискретністю 10 мс.

Екран повинен бути не дзеркальним, однаково відображати по всьому видимому спектру і мати маскуючу чорну окантовку, що пристосовується до рамки проектованого зображення, як мінімум, форматів 1,85:1 чи 2,39:1. Рекомендується, щоб яскравість екрану, викликана відображенням його сторонньої засвітки в кінотеатральних залах, була менше 0,03 кд/м². Правила техніки безпеки і чергове освітлення дверей в залі можуть викликати більш високу засвічення екрану, що зменшує контрастність екранного зображення.

Розглянемо тепер, що пропонують виробники проекторів для цифрового кінотеатру.

Проектори категорії D-Cinema 2K і 4K (дозволом 2048:1080 і 4096:2160) випускаються шістьма виробниками. Параметри деяких моделей таких проекторів зі світловими потоками більше 5000 лм, обрані за принципом «один бренд – один проектор», наведені в табл. 3.1.

Ці проектори можуть комплектуватися змінною оптикою, що забезпечує необхідне відношення проекційної відстані до ширини екрану, і займають верхні позиції за ціною і масо-габаритними показниками. Майже всі вони виконані за технологією DLP з трьома DMD-модуляторами.

Таблиця 3.1 – Проектори D-Cinema

Виробник	Barco	Christie	Digital Projection	NEC	Runco	Sony
Модель	DP90	CP 2000X LIGHTING	35HD	iS 8-2K	SC-1	SRX-R110
Технологія	3DMD (1,2")	3DMD (1,2")	3DMD (1,26")	3DMD (1,2")	3DMD	3DMD 3SXRD×1, 55"
ANSI-лм/макс. ширина екрану, м	-/15	-/23	16000/-	-/8	9000/12	10000/-
Роздільна здатність	2048x1080	2048x1080	2048x1080	2048x1080	2048x1080	4096x2160
контрастність, Full / Checkerboard	2000:1/-	>2000:1/-	1600:1/-	≥1700:1/-	≥1500:1/>240:1	2000:1/-
Лампа: потужність, кВт/ресурс, год	4/-	6/-	-/750	1,25/1500	7/1000	2x2/-
Розміри (ШхВхД): проектора / медіа-блоку, мм	730x640x1170/-	660x510x1200/ 440x130x300	720x430x1100 / 480x220x450	670x420x750/ 480x220x450	650x430x1450/ 440x100x280	740x430x900/-
Маса: проектора / медіаблоку, кг	120/-	118/6,8	113/-	68/11	155/5,9	85/-

Монополія мікродзеркальної технології в цьому секторі продукції недавно була порушена рідкокристалічними проекторами Sony SRX-R105 (5000 лм) і SRX-R110 (10000 лм) технології SXRD з модуляторами світла, що відбивають. Ці проектори є першими комерційно доступними моделями з дозволом 4K.

Всі проектори D-Cinema оснащені ксеноновими лампами з ресурсом, рівним часу, протягом якого світловий потік проектора зменшується вдвічі. Деякі проектори можуть на замовлення оснащуватися лампами різної потужності, наприклад 1,25...7 кВт для моделі Runco SC-1.

Як видно з табл. 3.1, часто фірми не призводять величини світлового потоку (лм) для своїх проекторів, вважаючи за краще вказувати максимальні розміри екрану по ширині. Слід з обережністю ставитися до таких даних, якщо при цьому не вказується термін служби лампи, так як вони можуть відповідати

яскравості екрана, близькою до мінімально допустимої, тобто забезпечуватися проектором нетривалий час.

Оцінити паспортний (з новою лампою) світловий потік F (лм) широкоформатного проектора при яскравості екрану $48 \text{ кд} / \text{м}^2$, його площі S (м^2), ширині B (м) можна, скориставшись виразом (3.1) вказаним вище. Наприклад, для модифікації проектора Runco SC-1 зі світловим потоком 9000 лм допустима за даними фірми ширина екрану не повинна перевищувати 12 м. Розрахункова яскравість екрану таких розмірів зі 100 % відбивною здатністю за наведеною вище формулою складе лише $25 \text{ кд} / \text{м}^2$. Тому на практиці, вибираючи проектор для конкретних цілей, має сенс наведені фірмами дані за максимальною шириною екрану зменшувати на 20 ... 50% (до 9,5 м для проектора SC-1).

3.3 Основні характеристики цифрових кінопроекторів

До основних характеристик проекційного обладнання відносять:

- технологію проекції (LCD, D-ILA, DLP – для E-Cinema, 3DLP – для D-Cinema);
- роздільну здатність (1080p, 720p, SXGA – для E-Cinema; 2K, 4K – для D – Cinema);
- яскравість (від 100 лм для E-Cinema до 10-15 клм D-Cinema);
- контрастність;
- тип лампи, її ресурс;
- типи сигналів, які підтримує відеоінтерфейс (відео: NTSC, PAL, SECAM від 525i до 1125p, 1080i – для HDMI режиму; якщо підключення через комп'ютер: SXGA, XGA, SVGA, VGA);
- входи: відео – композитний сигнал; S-Video, RCA (YUV) – для E-Cinema, DVI-D з HDCP, BNC RGB – для D-Cinema; HDMI, для контролю – RS232.

Короткий огляд сучасних цифрових кінопроекторів

Розглянемо кінопроектори категорії D-cinema відповідно до їх рекомендованого застосування з екраном різної ширини.

Проектори для кінозалів шириною екрана (ШЕ) до 10 м на рис 3.4 вказані їх короткі технічні характеристики. Особливості: при необхідності ці моделі

можуть працювати без спеціальної кіноапаратної та розташовуватись безпосередньо у самому кінозалі



Рисунок 3.4 – кінопроектори категорії D-cinema для кінозалів шириною екрана (ШЕ) до 10 м

Передня та задня панель одного з таких проекторів (Barco DP2K-10Sx) показана на рис. 3.5. Його основні технічні характеристики наступні:



Рисунок 3.5 – передня та задня панель проектору Barco DP2K-10Sx

- технологія проєкції 3 x DLP;
- роздільна здатність 2048:1080;
- проєкційний коефіцієнт 1.20 : 3.90: 1;
- світловий потік 9 000 ANSI лм;
- контрастність 1850:1;
- тип та потужність лампи: Xenon, 2200 Вт;
- інтерфейси: входи S-video, композитний BNC тип 5;
- керування USB порт
- габарити 625 x 325 x 910 мм
- вага 56.50 кг

На рис. 3.6 представлені проектори для кінозалів шириною екрана до 20 м використовуються у кінотеатрах середніх розмірів.

Моделі в одному корпусі, тут змінюється лише світлосила проектору та потужність лампи, за рахунок чого і збільшується максимально можливий розмір екрану



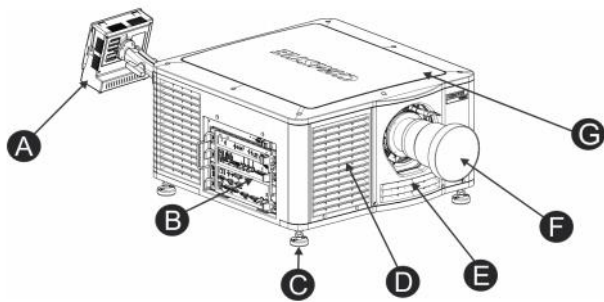
Рисунок 3.6 – кінопроектори категорії D-сінема для кінозалів шириною екрана (ШЕ) до 20 м

І ще один поділ – це проектори для кінозалів шириною екрана до 32 м (рис. 3.7) використовуються у великих кінотеатрах преміум-сегменту.

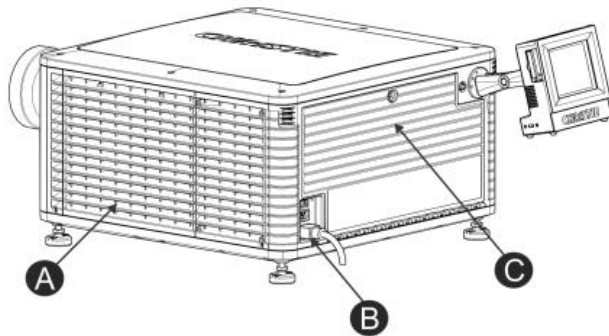


Рисунок 3.7 – кінопроектори категорії D-сінема для кінозалів шириною екрана (ШЕ) до 20 м

Передня та задня панель проектору що відноситься до категорії преміум-сегменту наведено на рис. 3.8. Позначення: на передній панелі рис. 3.8 (а):



а)



б)

Рисунок 3.8 – передня (а) та задня (б) панель проектору Christie CP2215 (розшифровка позначень наведена у тексті)

- А – сенсорна панель управління (TPC). Сенсорний екран, призначений для управління проектором. ТРС можна встановити на проекторі або на стіні;
- В – панель входів і портів, через які виконується підключення зовнішніх пристроїв;
- С – ніжки, що регулюються.
- D – кришка повітряного фільтра і повітряний фільтр. Повітряний фільтр забезпечує очищення вхідного повітря, що надходить в передній відсік, для охолодження основних електронних компонентів;
- Е – забірний отвір;
- F – об’єktiv проектора;
- G – верхня кришка.

Позначення на задній панелі рис. 3.8 (б):

- А – службові дверцята;
- В – шнур живлення та гніздо змінного струму;
- С – дверцята лампового відсіку.

Основні технічні характеристики Christie CP2215:

- технологія проекції 3 x DLP;
- роздільна здатність 2048:1080;
- світловий потік 15000 ANSI лм;
- контрастність 2000: 1;
- тип та потужність лампи: Xenon, 2300 Вт;
- інтерфейси: входи HDMI, управління RS-232, USB порт;
- габарити: 665 x 395 x 687 мм;
- вага 43.50 кг.

Для проектору необхідно правильно обрати об'єктив, так щоб зображення розташовувалось у полі кіноекрану. Для цього необхідно знати ширину екрану та відстань від екрану до самого проектору. Їх відношення дає коефіцієнт збільшення. У специфікації до кожного проектору ідуть можливі варіанти об'єктивів.

Контрольні питання до лекції

1. Навести відмінності між категоріями D-cinema та E-cinema. Визначити відмінності цифрової кінопроекції (D-Cinema) від електронної кінопроекції (E-Cinema).
2. Навести класифікацію проєкційних технологій відображення сигналів.
3. Визначити основні характеристики проєкційного обладнання.
4. Зазначити технології, що затверджені провідними кіностудіями (DCI) для проєкції цифрового кінозображення.
5. Зобразити оптичні схеми кінопроекторів технології DLP. Пояснити відмінності та принципи роботи схем.
6. Зазначити основних виробників сучасних кінопроекторів.

Додаткові джерела

1. Гадиян В.С. Типы цифровых кинопроекторов. ТКТ №6. – 2002. – 24-28 с.
2. Sony SXRD Device. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sony.com/technology/sxrd.htm>
3. DMD projector. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dlpcinema.com/dmd.htm>
4. Смирнов В.А. Микрозеркальные DMD проекторы. ТКТ №10.– 2002. –26-31 с.
5. Керівництво з експлуатації проектору Christie CP2215 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.christiedigital.com/SupportDocs/>

ТЕМА 4. ЗВУКОВЕ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВИХ КІНОТЕАТРІВ

4.1 Звукові процесори та формати звукового супроводу

Поява звукових фільмів стала не менш важливим проривом у мистецтві, ніж сам кінематограф. Очевидно, що з появою звуку у кіно люди змогли не тільки бачити, але й чути що відбувається на екрані. З появою стереозвуку відчуття від перегляду фільму стали більш повними. Коли ж виникла можливість передати всю звукову палітру в оригіналі, процес перегляду фільму перейшов на більш якісний рівень.

Ланки технічного забезпечення кінотеатрів, які ми будемо розглядати далі виконують функції прийняття, дешифрування, підсилення та подання на гучномовці акустичного сигналу, а головне – відтворення звуку у кінотеатрі.

Звукові кінопроцесори (cinema sound processor)

Звуковий процесор – електронний пристрій або програмний комплекс, призначений для управління багатокомпонентними звукопідсилювальними системами кінотеатрів. Використовуються їх як в студії *перезапису* (в «еталонному кінозалі») при зведенні звукової доріжки фільму, так і в кожному залі кінотеатру. При мікшуванні та при відтворенні використовується *один той самий процесор*. При зведенні в студії прилад підключається до пульта мікшера в розрив (insert) каналу прослуховування, а в кінотеатрі – між звуковою головкою в кінопроекторі (якщо плівкові) або кіносервером і підсилювачами.

На відміну від концертних та театральних залів, в кінозалі звук не надходить безпосередньо від виконавця до слухача, а попередньо проходить складну систему обробки при записі і відтворенні.

Незалежно від системи просторової звукопередачі, для якої розроблено кінопроцесор, його найважливішим *завданням є*

- здійснення частотної корекції стаціонарної системи звуковідтворення кінозалу з урахуванням його акустичних параметрів;
- забезпечення необхідного рівня сигналу в кожному з каналів системи звуковідтворення.

Може здатися, що в кінозалі якість переданого звуку перш всього визначається параметрами системи озвучування, але це не зовсім так. *Акустичні характеристики* самого кінозалу істотно впливають на підсумкову передачу

звуку. Вплив приміщення на відтворений звуковий сигнал можна розглядати як його обробку особливим просторовим фільтром. Приміщення кінотеатру виконує лінійну фільтрацію сигналу, в результаті якої змінюється його часова структура і АЧХ. У свою чергу, це призводить до обов'язкової зміни тембру, балансу гучності і просторових характеристик. У кінозалах використовуються потужні системи озвучування, тому додатково тут починають проявлятися і нелінійні властивості повітряного середовища.

Кожному кінозалу властива індивідуальна щільність спектра власних частот, яка є найважливішою характеристикою його акустичних властивостей, оскільки при порушенні повітряного обсягу в приміщенні на його власних частотах відбувається посилення цих частот в спектрі джерела через резонанси, що призводить до зміни тембру. Найбільший внесок в зміні тембру джерела відбувається в низькочастотній області.

Для того щоб донести звук до кіноглядача в тому вигляді, яким він був задуманий творцями фільму, до акустичного оформлення кінозалів пред'являються досить суворі вимоги. Регламентується час реверберації, геометрія приміщення, акустична обробка заекранного простору, стін, стелі, підлоги і багато іншого. Все це робиться з однією метою – звук в кінозалі під час перегляду фільму повинен бути максимально наближений до того, яким він був в студії перезапису, де працював звукорежисер картини.

Отже саме *звуковий кінопроцесор* значно полегшує вирішення цього завдання, здійснюючи частотну корекцію системи звуковідтворення в залежності від акустичних параметрів приміщення, граючи роль багатоканального еквайзера.

Дуже корисною є опція автоматичної настройки рівнів і параметрів еквайзера. Кінопроцесор може мати вхід для підключення еталонного вимірювального мікрофона, вбудовані генератор «рожевого» шуму та аналізатор спектру. Все це дозволяє йому з'ясувати, які частоти «пропадають» в даному приміщенні, а які виділяються, перевірити рівні гучності в кожному з каналів і відповідно до цього провести корекцію.

Звук в ЦКТ передається в нестиснутому вигляді в форматі AES/EBU. Застосовується перетворення сигналу звукового супроводу із формату AES/EBU у формат (в даний час це здебільшого Dolby Surround EX), а також для поділу звукового сигналу за частотними смугами та іншої обробки відповідно до

застосованих акустичних компонентів кінотеатральної системи і навколишніх умов. Сучасні звукові процесори, як правило, мають всі потрібні для цього функції, об'єднані в один цифровий пристрій.

Передні панелі деяких моделей звукових процесорів наведено на рис. 4.1



а)



б)



в)

Рисунок 4.1 – передня панель звукових процесорів: а) Dolby CP750; б)Dolby Atmos CP850; в) Christie SKA-3D

Характеристики звукового кінопроцесору:

1. Призначення (можуть бути як для плівкових так і для цифрових кінотеатрів).
2. Канали відтворення. Наприклад процесор Dolby CP750 приймає до восьми PCM (оцифрованих) каналів з сервера цифрового кінотеатру. Три додаткових цифрових входи приймають PCM або максимум 5.1-канальний звук Dolby Digital з джерел прешоу і альтернативного контенту. 8-канальний аналоговий вхід може приймати звук від наявних звукових процесорів для змішаних плівковий-цифрових установок. Крім того, CP750 може обробляти звукову доріжку для людей з неповноцінним слухом/зором.

3. Система перевірки та налаштування електроакустичних параметрів кінозалу.

4. Декодування та відтворення форматів кінотеатрального звуку (AES / EBU у формат кінотеатрального звуку).

5. Суміщена робота (наявність цифрових і аналогових входів / виходів для комутації та живлення).

Принципові відмінності кінопроцесорів пов'язані більшою мірою з системою звукопередачі (форматом), на яку вони розраховані.

В аналогових кінотеатрах звук зчитувався безпосередньо з кіноплівки. Крім того в аналогових кінотеатрах була можливість відтворювати звукові фонограми в форматах Dolby Digital, Dolby Surround EX, Digital Theatre Systems (DTS).

Зазначимо *основні системи звукопередачі*, що використовувались та використовуються.

Аналоговий звук

Моно. Одноканальний аналоговий формат, використовувався під час запису старих фільмів. Звук відтворюється на один динамік в центрі екрану.

Dolby A-type. Два канали, використання алгоритмів зменшення шумів. На 35-мм кіноплівці доріжка розташовується між перфорацією і кадрами, в лівій частині.

Dolby SR аналоговий формат запису звуку на кіноплівку – Dolby SR (Spectral Recording) від звичайного Dolby Stereo він відрізнявся лише застосуванням нової системи шумозаглушення (SR), в два рази більш ефективною, ніж Dolby A. Завдяки цьому динамічний діапазон звукової доріжки до фільмів збільшився, ця система шумозаглушення досі використовується в професійному аналоговому звукозаписі.

У системі Dolby-Surround використовується матричний кодер, який за певним алгоритмом кодує аналоговий двоканальний звук в два канали передачі. Кодований програмний матеріал повністю сумісний зі звичайними стерео-та моносистемами звукопередачі і звуковідтворення.

Система Dolby Pro-Logic. Це наступний етап удосконалення просторових систем. У ній використовується більш вдосконала модель активного адаптивного декодера двома підсилювачами, в якому забезпечується формування реального сигналу для центрального каналу, перерозподіл

потужності вихідних сигналів з метою точної передачі домінуючого напрямку і т.ін. Всі ці системи працюють з *аналоговими сигналами*.

Цифровий звук

Першим «доставляти» в кінотеатри цифровий звук став формат *Cinema Digital Sound (CDS)*, розроблений компанією Optical Radiation Corporation спільно з Eastman Kodak. Доріжка цифрового звуку в цьому форматі містилася замість аналогової, а роль біт виконували дрібні точки (пікселі) на кіноплівці. Розмір цих точок був дуже малий, так як формат розроблявся за підтримки фірми Kodak, яка створила для CDS спеціальну кіноплівку.

Завдяки малому розміру пікселів і тому, що вони були розташовані по всій довжині кіноплівки, на цифрову доріжку вдалося "втиснути" шість (а, точніше, 5.1) каналів звуку з роздільною здатністю 12 біт (ці біти були не лінійні, як на компакт-диску, а логарифмічні, тобто квантування звуку було більш адаптоване до особливостей людського слуху, що робило динамічний діапазон запису в такому форматі практично рівним лінійним 16-ти бітам). У CDS, на відміну від всіх сучасних цифрових форматів, *застосовувалося стиснення даних без втрат*. Але, не дивлячись на те, що цей формат був досить прогресивним для свого часу (наприклад, там застосовувалася схема виявлення і корекції помилок), особливого успіху він не здобув. Причина цього – повна відмова від аналогової оптичної доріжки. Через те, що вона була витіснена цифровою, CDS залишився без підстраховки. Відсутність аналогової доріжки також вимагало виготовлення спеціальних прокатних копій для цифрових кінотеатрів, що було на той час накладно та незручно.

Одночасно розвивається формат *Dolby SR-D (Spectral Recording -Digital)* або більш поширене побутова назва – *Dolby Digital*.

Система *Dolby-Digital* – це цифрова система, яка використовує технологію AC3 для стиснення цифрового потоку. Система дозволяє в єдиному цифровому потоці передавати інформацію для шести каналів відтворення: лівого (L), правого (R), центрального (C), двох тилкових (стерео LS, RS) і одного низькочастотного (LFE). Система здійснює передачу сигналів з діапазоном частот 20-20000 Гц (для низькочастотного блоку 20-120 Гц), з частотою дискретизації 48 кГц і розрядністю 18 біт, з використанням нових алгоритмів кодування для стиснення сигналів (без втрати якості) і більш ефективного шумозаглушення. При записі звуковий сигнал піддається компресії ~ 1:12. На

кіноплівці даний формат записується між перфораціями (рис.4.2). У разі, якщо

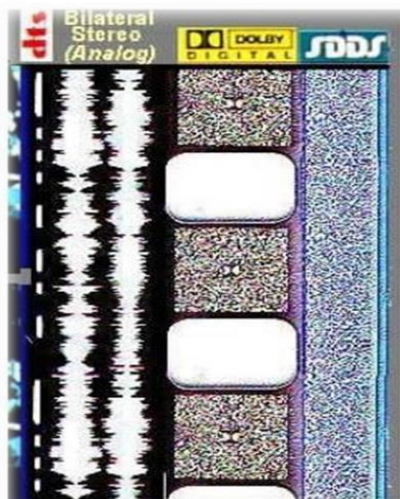


Рисунок 4.2 – звукові формати на плівці

відбувається збій при розкодуванні цього формату, то автоматично відбувається перемикання на аналоговий формат Dolby SR. Після того як декодування цифрового сигналу відновлюється, кіноапарат автоматично повертається до відтворення формату Dolby SR-D

Dolby Surround EX забезпечує сім цифрових каналів. Це більш досконала версія попереднього формату. Відмінність полягає в тому, що ефект оточення створюється за допомогою *трьох* каналів оточення. На кіноплівці формат записується на місці Dolby SR-D. При запису три канали оточення перетворюються в два за

допомогою алгоритмів матричного кодування. Для того, щоб відтворити на стандартному комплекті цей формат, необхідно використовувати спеціальний процесор каналів сураунд. Без цього процесора звукова картина буде такою ж, як при відтворенні шестиканального Dolby SR-D.

Американська мега-кіностудія «Universal City Studios, Inc.» розробила свій стандарт багатоканального звуку *DTS (Digital Theatre System)*. Так як і в Dolby SR-D, цей формат представляє шість цифрових каналів. Відмінність полягає в ніби більш якісному звучанні (суб'єктивні оцінки), яке досягається за рахунок того, що ступінь компресії аудіо в цьому форматі $\sim 1:4$. Тобто формальних відмінностей між стандартами немає, це ті ж 5.1, але менший ступінь компресії.

Весь сигнал не вдавалось розмістити на кіноплівці. Тому записується тільки доріжка з цифровим кодом (рис 4.2) синхронізації звуку і відео. Відтворення звуку здійснюється з окремого DTS програвача за допомогою компакт-дисків.

SDDS (Sony Dynamic Digital Sound). Залежно від того, як проводилися зйомки, даний формат може мати 6 або 8 каналів. Шестиканальна модифікація аналогічна dolby SR-D. При восьмиканальній модифікації додаються ще фронтальний полулівий і фронтальний полуправий канали. Восьмиканальний варіант забезпечує більшу деталізацію сцени.

Сучасні системи звукопередачі

Цифровий кінематограф має ще більше можливостей в питаннях звукового супроводу фільму. Система цифрового кінематографу дозволяє легко вибрати ту або іншу мову фільму, залежно від аудиторії глядачів, не міняючи “копії” фільму. Звук у цифровому кінематографі не обмежений кількістю каналів і система звуковідтворення легко може бути розширена до необхідної кількості звукових каналів у майбутньому.

Dolby Atmos був вперше презентований в 2012 році. Дозволяє забезпечити повністю тривимірне звучання з використанням вертикальної площини. Дана технологія відкриває можливість звукових доріжок для ефектів існувати незалежно один від одного, так як вони не зводяться звуорежисером раз і назавжди, а існують окремо і обробляються спеціальним процесором. Доповненням в *Dolby Atmos* кінотеатрах стали *стельові колонки* і додаткові сабвуфери.

Формат звуку *Dolby Atmos* заснований на аудіооб’єктах (128 одночасно, потік близько 150 мегабіт), і багатоканальному дискретному моніторингу (64 канали звуковідтворення). Принцип об’єктно-орієнтованого звуку означає, що звук зберігається у вигляді об’єктів – звукових файлів, що супроводжуються службовими даними про їх переміщенні у тривимірному просторі, в деякому віртуальному об’ємі-кубі з системою координат. Принцип системи заснований на тому, що цей куб може бути розтягнутий до будь-яких розмірів залу незалежно від пропорцій. Таким чином, незалежно від розміру приміщення, панорамування звукових об’єктів буде відтворено в точності так, як це задумав звуорежисер.

Для цього необхідно мати рендерер об’єктно-орієнтованого звуку і звукову систему, яка забезпечить потрібне покриття залу. *Рендерер* знаходиться в *кінопроцесорі CP850*. Отримуючи з DCP синхросигнал він знає, що в пакеті є звук в форматі *Dolby Atmos*, і, використовуючи звукові дані *Atmos*, «збирає» фонограму, виходячи з даних про конкретний кінозал.

Auro 3D – формат, розроблений бельгійською компанією «*Auro Technologies*» в 2013 році, він ґрунтується на фізіології людського слуху. Ця передова конфігурація здатна відтворювати 3D звук з високою точністю і достовірністю, розташовуючи акустичні системи й поділяючи звук на три вертикальних «шари» навколо слухачів. Кількість каналів в такій системі для

комерційних кінозалів 11.1 або 13.1 (+ правий задній тилівий, + лівий задній тилівий). Розподіл на таку кількість каналів здійснюється як зі стандартних доріжок 5.1 або 7.1 так і з логічно доданих верхніх каналів. Вперше в стандарті застосовано стельовий канал – «Voice of God». Використовуються *три шари звуків*:

- базовий шар – основні стандартні звуки навколишнього середовища;
- об'єктний шар – це моно- або стереоканали з виділеним об'ємним панорамуванням;
- шар метаданих – панорамування навколишнього звуку для конкретних об'єктів і додаткових метаданих.

DTS: X. На початку 2015 каліфорнійська компанія DTS анонсувала новий формат багатоканального звуку DTS: X. Цей формат, як і Atmos, заснований не на каналах, а на аудіооб'єктах, і кінопроцесор визначає позицію того чи іншого аудіооб'єкта. Для DTS:X неважливо, скільки гучномовців задіяно в кінотеатрі, процесор все розрахує і оптимально розподілить звуки. Для створення звуку в форматі DTS: X режисери використовують спеціальний додаток MDA Creator (працює як плагін до монтажної програми), що дозволяє вказати місце, звідки повинен виходити звук, і прокласти траєкторію руху аудіооб'єкту в тривимірному просторі (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – Скріншот додатку MDA Creator

Саундтреки в форматі DTS:X здатні адаптуватися під різні конфігурації акустики, в цілому система може працювати з 32 гучномовцями одночасно. Як і у випадку з Atmos, для досягнення максимального ефекту DTS:X потрібна стельова акустика.

Що стосується обладнання для відтворення формату DTS: X, більшість виробників вже заявили про підтримку нового кодека. Компанія Denon випустить оновлення для моделі AVR-X7200W, з'являться оновлення для Marantz AV8802 і Trinnov Audio Altitude32. А Onkyo, Pioneer і Yamaha.

Dolby Atmos і DTS:X практично ідентичні, але є істотні відмінності:

- Для системи Atmos виробники рекомендують певні комплекти з додатковими стельовими динаміками (мінімальна рекомендована конфігурація: акустика 5.1 з двома додатковими стельовими колонками), в той час як для використання DTS немає взагалі ніяких списків рекомендованих конфігурацій акустичних систем, формат підлаштовується під наявні колонки.

- В DTS: X діалоги абсолютно ізольовані від інших аудіооб'єктів саундтрека, що дозволяє регулювати гучність мови на свій слух. В Dolby Atmos подібної функції немає.

- Використання різних технологій для посилювання та мікшування.
- Atmos підтримує роботу 64 гучномовців, DTS: X одночасно може працювати лише з 32 гучномовцями.

THX. Хоча і прийнято вважати «THX» окремим форматом, але це новий стандарт до підходу якості багатоканального звучання, в максимальному схожості звучання в кінозалі і задумом режисера. *THX* – це не формат звукозапису, це загальний стандарт звуковідтворювальних пристроїв для того, щоб при відтворенні звук був таким самим, яким його чув звукорежисер.

Параметри звучання «THX» ліцензованого кінотеатру:

- Достовірна передача звуків від шепоту до вибухів;
- 100% розбірливість мови;
- Однорідний звуковий тиск в будь-якому місці залу для глядачів;
- Однаковий рівень баса в будь-якому місці залу для глядачів.

Виробники електроніки також мають на меті отримати лого «THX» на своїх AV підсилювачах, ресиверах та акустичних системах, кабелях і т.п., адже це гарантує максимально можливу якість і відповідність звуку домашнього кінотеатру до оригіналу.

Опис звукопідсилювального комплексу кінотеатру. Зазвичай зал роздільний на функціональні зони:

- звукова система для кіно;
- заекранна фронтальна система;
- система оточення (surround).

Кінопроекційний комплекс складається з: кімнати управління звукопідсилювальним комплексом кінотеатру, звукопідсилювального комплексу, фойє.

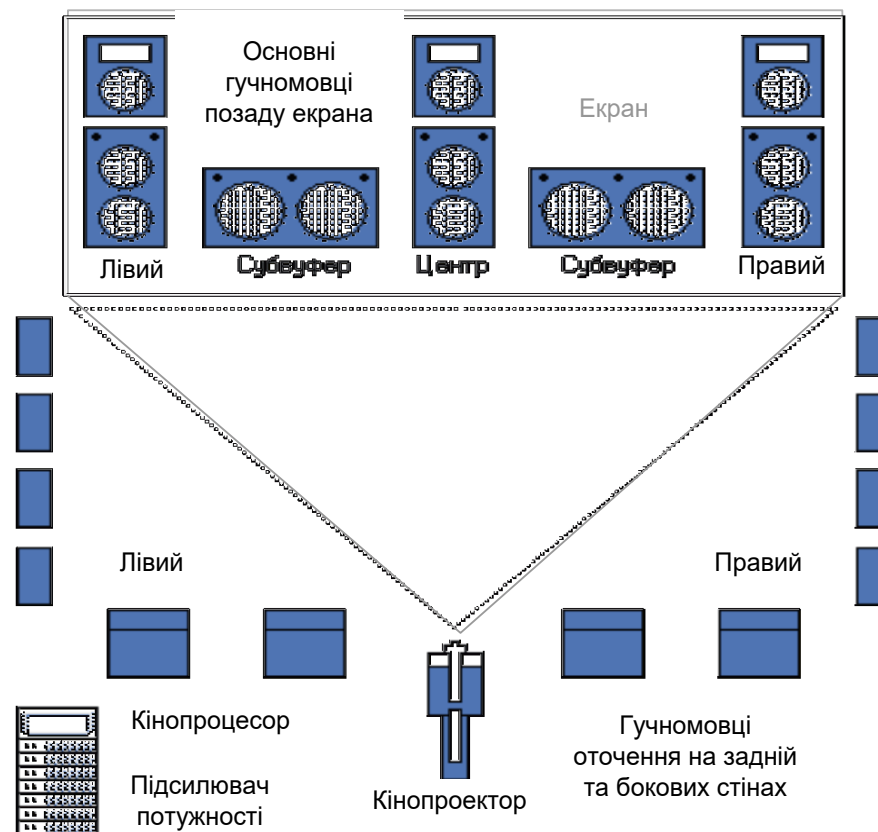


Рисунок 4.4 – Звукопідсилювальний комплекс кінотеатру

Основною зоною озвучування залів, для глядачів, в режимі кінопоказу є партер. Принцип отримання звукової інформації глядачем відмінний від концертного. Заекранна фронтальна система забезпечує високий рівень звукового тиску, ясність відтворення музичного матеріалу, розбірливість мови, чистоту й багатство спецефектів і повний частотний діапазон.

Сучасні кінотеатри, як правило, обладнуються тими або іншими багатоканальними звуковими системами відтворення фонограми кінофільму. Приклад розташування гучномовців для відтворення звуку в описаних вище форматах, наведено на рис. 4.5.

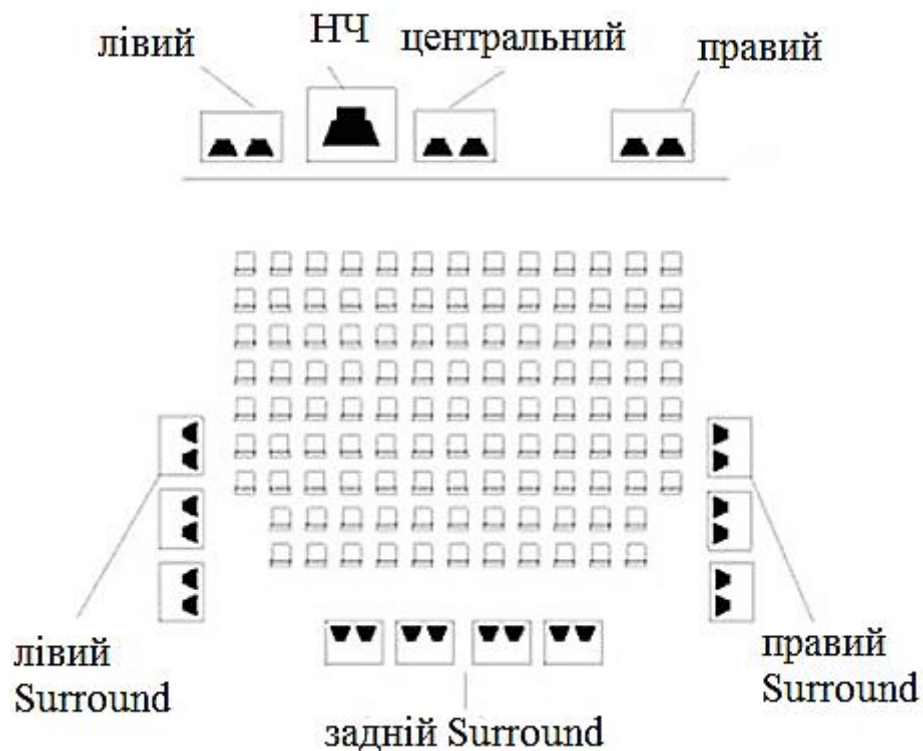


Рисунок 4.5 – Схема розташування гучномовців для відтворення звуку у форматі Dolby Surround EX, DTS ES

Нижче наведено перелік найбільш поширених систем багатоканального звуку у сучасних цифрових кінотеатрах.

Dolby Digital (SR-D) – 6 каналів звуку, розподіл каналів: L, R, C, LFE, LS, RS. У SR-S – використовується цифровий канал запису, якщо апаратура дає збій, може перейти на аналоговий сигнал з 4 каналами.

Dolby Surround EX – 7 цифрових каналів звуку, розподіл каналів: L, R, C, LFE, LS, RS, Rear Surround

Digital Theatre Systems – 6 цифрових каналів звуку, розподіл каналів: L, R, C, LFE, LS, RS

4.2 Кросовери в цифрових кінотеатрах

В будь якому кінотеатрі гучномовці системи звукового супроводу мають таку конструкцію, щоб працювати в певному частотному діапазоні, на ВЧ частотах гучномовець має подавати ВЧ сигнал, на НЧ – НЧ сигнал. Існують пристрої, які створюють потрібні робочі діапазони для гучномовців, а саме – *кросовери*. Передня та задня панель кросовера показана на рис. 4.6.

Кросовер – це пристрій в аудіосистемі, що створює необхідний робочий діапазон частот для того чи іншого динаміка. Це може бути як окремий пристрій, так і вбудований в звуковий процесор. Кросовери поділяються на *активні та пасивні*.



Рисунок 4.6 – Передня та задня панель кросоверу dbx-223s

Пасивні кросовери виконані на дискретних елементах таких як: конденсатори, резистори й котушки.

Активні кросовери складаються з активних елементів, що вимагають живлення (операційні підсилювачі). В кінотеатрі доцільніше використовувати пасивні кросовери.

Фізично кросовер являє собою фільтр, основними параметрами якого є частота зрізу та чутливість. Коротко розглянемо основні *характеристики кросоверів*.

Чутливість кросовера – відношення вихідного сигналу в дБ до частоти вхідного сигналу за умови, що інтенсивність вихідного сигналу постійна.

Кросовер першого порядку – це найпростіший пасивний кросовер, який складається з одного конденсатора, і однієї котушки індуктивності. Конденсатор працює як high-pass фільтр для захисту твітера (ВЧ динаміка) від непотрібних низьких і середніх частот. Котушка використовується як low-pass фільтр. Чутливість кросоверів першого порядку низька – всього 6 дБ на октаву. Перевага

цих кросоверів – відсутність фазового зсуву між твітером і іншим динаміком. Недолік – низька чутливість.

Кросовери 2-го порядку. Конструктивно складаються з одного конденсатора і котушки на твітері та одного конденсатора і котушки на низькочастотному динаміку. Вони мають більш високу чутливість, що дорівнює 12 Дб на октаву, але дають фазовий зсув в 180 градусів, що означає несинхронний хід мембран твітера і іншого динаміка. Для усунення цієї проблеми необхідно поміняти полярність підключення проводів на твітері.

Кросовери 3-го порядку. У таких кросоверів на твітері ставиться одна котушка і два конденсатори, тоді як на динаміку низької частоти навпаки. Чутливість таких кросоверів дорівнює 18 Дб на октаву, і вони мають хороші фазові характеристики при будь-якій полярності. Недолік кросоверів 3-го порядку – неможливість використання часових затримок для усунення проблем, пов'язаних з динаміками, також не випромінює на одній і тій ж вертикальній площині.

Кросовери 4-го порядку мають високу чутливість рівну 24 дБ на октаву, що різко зменшує взаємовплив динаміків в області поділу частот. Зсув по фазі становить 360 градусів, що фактично означає його відсутність. Однак величина фазового зсуву в даному випадку непостійна і може привести до нестійкої роботи кросовера. Ці кросовери практично не застосовуються на практиці.

Оптимізувати конструкцію кросовера 4-го порядку вдалося Лінквіцу і Рілі. Даний кросовер складається з двох послідовно з'єднаних кросоверів другого порядку для твітера і для басового динаміка. Чутливість їх також дорівнює 24 дБ на октаву, проте рівень вихідного сигналу на кожному фільтрі менше на 6 дБ, ніж рівень вихідного сигналу кросовера. Кросовер Лінквіца-Рілі не має фазових зсувів і дозволяє проводити часову корекцію для динаміків, які не працюють в одній фізичній площині. Ці кросовери в порівнянні з іншими конструкціями дають найкращі акустичні характеристики.

Можна відмітити, що більш *висока чутливість* характерна для кросоверів *вищих порядків*, проте існує проблема зсуву між фазами НЧ та ВЧ динаміків. Для компенсації фазового зсуву використовується фазоінвертор.

Частоти зрізу для різних типів динаміків в процесі налаштування активного кросовера наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Частоти зрізу для динаміків в процесі налаштування активного кросовера

Тип динаміка	Частота зрізу 1	Частота зрізу 2
ВЧ	ФВЧ, 4000 Гц	-
СЧ	ФВЧ, 500 Гц	ФНЧ, 4000 Гц
Басовий	ФВЧ, 100 Гц	ФНЧ, 500 Гц
Сабвуфер	-	ФНЧ, 100 Гц

Кросовер може бути як інтегрованим так і окремим елементом звукового тракту, проте він завжди має здійснювати свої функції до посилення сигналу. Принцип підключення кросоверів у звуковий тракт кінотеатру вказано на схемі рис 4.7.

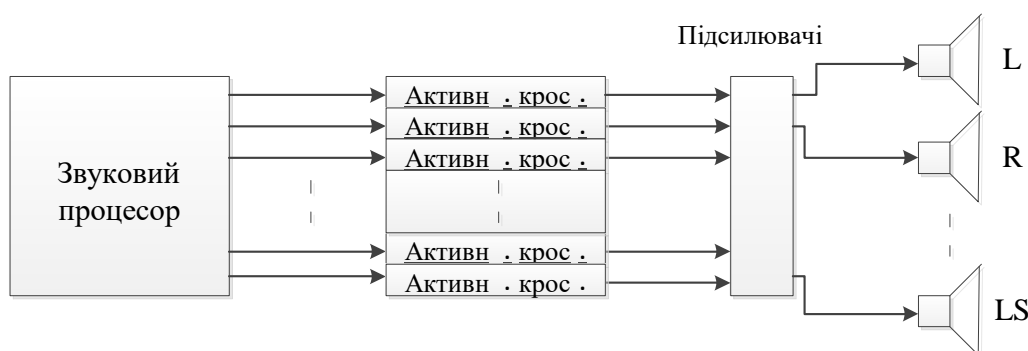


Рис. 4.7 – Схема ввімкнення кросоверів

Незалежно від того вбудований чи ні, кросовер повинен мати певні *технічні характеристики*, а саме

- підтримка поділу сигналів (захист динаміків відсіканням сигналу нижчого, або вищого за задану частоту);
- смуга пропускання, можливість регулювання частот зрізу (наявність перемикачів для кожної окремої полоси та підтримка інтенсивності вихідного сигналу);
- наявність фазоінвентуру;
- можливість підготовки сигналу до відтворення через сабвуфери;
- частотний діапазон та динамічний діапазон;
- співвідношення сигнал/шум;
- суміщена робота (наявність цифрових і аналогових входів/виходів для комутації та живлення).

4.3 Звукові підсилювачі для кінотеатрів

У кінотеатрах використовують професійні звукопідсилювальні комплекти, головною характеристикою яких є їх надійність – вони найчастіше мають вбудований захист від перевантажень, перегріву, короткого замикання.

Функція звукового підсилювача полягає в відтворенні вхідного сигналу елементами вихідного ланцюга, з необхідною гучністю і потужністю, точно, з мінімальним розсіюванням енергії і малими спотвореннями. Підсилювач повинен володіти хорошими характеристиками в діапазоні звукових частот, який знаходиться в області 20-20000 Гц. Вихідна потужність змінюється в широких межах в залежності від призначення підсилювача. У аудіосистемах для кінотеатрів і концертних залів вихідна потужність може становити сотні ват.

Залежно від рівня і конструкції всі підсилювачі можна розділити на одноблокові (інтегральні), двохблокові (комбінація передпідсилювач і підсилювач потужності), триблочні (комбінація з передпідсилювача і двох моноблочних підсилювачів). Залежно від застосовуваних підсилюючих елементів виділяють транзисторні, лампові і гібридні підсилювачі (до складу яких входять як транзистори так і лампи). Підсилювачі бувають з вбудованим блоком живлення і з виносним, поділяються на класи «А» «В» «АВ» «D», можуть бути аналоговими і цифровими.

Попередній підсилювач – це частина повного підсилювача, виконана в окремому корпусі і відповідає за початкове посилення слабких сигналів, що надходять від джерел, їх комутацію та регулювання гучності. Попередній підсилювач використовують в комплекті з підсилювачем потужності або моноблоковими підсилювачами, а так само з активними акустичними системами.

Підсилювач потужності – це частина повного підсилювача, виконана в окремому корпусі і відповідає за посилення сигналу, що надходить від попереднього підсилювача і його подальшу передачу на акустичні системи.

Завдання підсилювача потужності посилити сигнал до значення яке дозволить підключеним акустичним систем відтворити його із заданою (достатньою) гучністю. Підсилювачі потужності як правило не мають будь-яких налаштувань (в тому числі не має і регулювання гучності), всі регулювання в тому числі управління рівнем гучності проводиться з підключеного до підсилювача потужності попереднього підсилювача, в той час як сам підсилювач

потужності завжди працює на повну потужність. Надалі будемо більш детально розглядати підсилювачі потужності.

Навантаження підсилювачів зазвичай низькоомне (котушки гучномовців мають опір 2-16 Ом), тому говорять не про вихідну напругу такого підсилювача, а про його вихідну потужність (при даному навантаженні). Для підсилювача обмовляється, на яке мінімальне навантаження він може працювати, і важливо не підключати до його виходу гучномовці з меншим опором, щоб не вивести підсилювач з ладу.

Підсилювачі потужності виконуються як у вигляді окремих блоків (найчастіше обладнаних комутатором входів, регуляторами тембру і гучності і ін.), так і блоків, що входять до складу більш складних пристроїв.

Цифровий підсилювач – це підсилювач, який працює тільки з сигналом в цифровій формі (ще не перетвореним в аналогову форму). Сигнал проходить процес посилення постійно перебуваючи в цифровому вигляді, а перед подачею його на акустичні системи вбудований в підсилювач цифро-аналоговий перетворювач розкодує його в аналогову форму. Приклад зовнішнього вигляду цифрового підсилювача Behringer EP4000 EuroPower наведено на рис. 4.8.



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд підсилювача Behringer EP4000 EuroPower (передня та задня панель)

Корпуси професійного підсилювача найчастіше мають стандартні розміри: 18 дюймів (або 45 см) в ширину, висота кратна 1,8 дюйма (або 4,5 см), а з боків апарату є панелі для того, щоб вставляти його в спеціальну шафу, куди підводять

комутаційні лінії всієї концертної апаратури. Таке виконання корпусу називається рековим, а саму шафу іменується *рековою стійкою*.

Деякі цифрові підсилювачі здатні отримувати від джерела сигнал в аналоговій формі і після цього самі перетворюють його в цифровий, але це не кращий варіант його використання, так як багаторазове перетворення сигналу з аналога в цифру і назад вкрай негативно позначається на його якості. Цифрові підсилювачі економічніші в енергоспоживанні ніж аналогові і мають кращі показники співвідношення сигнал / шум.

Особливо цікавими є цифрові підсилювачі з вбудованими DSP (digital signal processor) процесор, що дозволяє коригувати акустику приміщення. Розглянемо найбільш подібні до цифрових класи підсилювачів

Клас D: використовує принцип широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), коли на гучномовець надходять високочастотні імпульси різної ширини. Змінюючи ширину такого імпульсу (згідно з формою вхідного сигналу), підсилювач змушує змінюватися і середній струм, поточний через гучномовець. Це вже майже «цифровий» підсилювач, і для формування потрібних імпульсів часто використовують саме цифрові схеми. ККД таких підсилювачів може наближатися до 100%, вони можуть бути дуже компактними (мало нагріваються при роботі). Існує проблема фільтрації високочастотних компонентів модульованого сигналу, рівень яких на виході дуже високий. Крім цього, практично відсутні підсилювачі класу D з цифровим входом: аналоговий сигнал подається на вбудований АЦП.

Останнім часом стали з'являтися нові розробки цифрових підсилювачів. Компанія Tripath випустила спеціальний процесор, керуючий параметрами імпульсного посилення *на підставі аналізу вхідного сигналу*, який (в цифровій формі) на деякий час затримується в буфері. Зокрема, в залежності від поточного спектра сигналу підбирається оптимальна з точки зору подальшої фільтрації тактова частота. Такі підсилювачі (їх називають «інтелектуальними») дали початок нової категорії - підсилювачі класу T (клас поки не стандартизований).

До основних *параметрів звукових підсилювачів* для кінотеатрів відносять:

- кількість каналів;
- потужність на один канал;
- типи вхідних та вихідних роз'ємів;
- режим роботи (стеріо чи мост),

- напругу живлення.

Основними виробниками підсилювачів для кінотеатральних та інформаційно-розважальних комплексів є Crown, Electro Voice, Behringer, Volta, EuRoSound та інші.

4. 4 Акустичні системи для кінотеатрів

Замикаюча ланка звукового комплексу для кінотеатрів – акустичні системи. *Гучномовець* – це пристрій, призначений для ефективного випромінювання звуку в навколишній простір у повітряному середовищі, що містить одну або кілька головок гучномовців при наявності акустичного оформлення і електричних пристроїв (фільтри, регулятори і т.ін.). До набору гучномовців часто застосовують термін *акустична система* (АС) (системний динамік). Акустична система включає в себе акустичні *колонки*.

Залежно від призначення АС істотно розрізняються за параметрами, конструктивним виконанням та дизайном.

Акустична система для кінотеатрів складається з наступних компонентів

1. *Заєкрана* акустична система, що складається з лівого, центрального та правого каналів, вона дозволяє глядачу точно визначити позицію джерела звуку на екрані, через неї проходить фактично весь звук діалогів фільму.

2. *Сабвуфер* – низькочастотна система, що створює додаткову атмосферу при перегляді фільму зі спецефектами, відповідаючи, наприклад, за грюкотіння грому чи звук вибуху. В залежності від розмірів кінотеатру в залі можна використовувати декілька сабвуферів

3. Динаміки *оточення*, що поділяють на бокові колонки оточення, що розташовуються з боків (зліва та справа) та задні колонки оточення, що розташовують позаду глядача, це дозволяє створювати ефект присутності

Будова АС. АС можуть бути односмуговими і багатосмуговими. Односмугові АС використовуються, як правило, в масовій апаратурі бюджетного сектору. У високоякісних АС використовується багатосмуговий принцип побудови, оскільки застосування однієї широкосмугової головки гучномовця не дозволяє забезпечити високу якість звучання.

Акустична система складається з наступних основних елементів (рис.4.9):

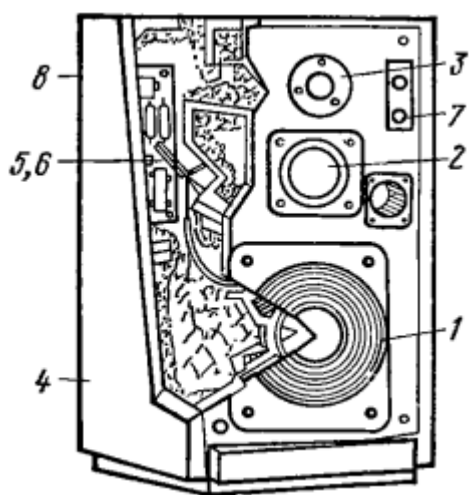


Рисунок 4.9 – Принцип побудови багатосмугової АС

1 випромінювачів, 2, 3 (низько-, середньо-, високочастотні ГГ), число яких в кожній зі смуг залежить від типу АС; 4 корпусу; електронних пристроїв 5, 6 (фільтруюче-коригувального ланцюга, електронні схеми захисту і т.ін.); регуляторів рівня 7; 8 входних клем.

Головки гучномовців класифікуються за принципом дії, за способом випромінювання, по смузі переданих частот.

За принципом дії, гучномовці ділять на електродинамічні, електростатичні, п'єзокерамічні (п'єзоплівкові), плазмові та ін. Переважна більшість головок гучномовців електродинамічні. Їх принцип дії заснований на русі в постійному магнітному полі провідника або котушки, що живляться змінним струмом.

Середньочастотні гучномовці діапазоні частот від 200 ... 800 Гц до 5 ... 8 кГц, де здатність чути різні типи спотворень максимальна, тому вимоги до якості таких гучномовців найбільш жорсткі.

Високочастотні гучномовці. Вимоги до них за останні роки різко зросли в зв'язку зі збільшенням спектральної щільності потужності в високочастотній частині спектра в сучасній електронній музиці, розширенням частотного і динамічного діапазону програм, відтворюваних цифровою звуковідтворювальною апаратурою та діапазоні частот від 2 ... 5 до 30 ... 40 кГц. Забезпечити рівноцінне якісне відтворення звуку в такому широкому діапазоні за допомогою одного гучномовця (ГМ) важко. Тому більшість випущених в даний час ВЧ ГМ застосовуються в діапазоні від 2 ... 5 до 16 ... 18 кГц, а в деяких АС встановлюються додаткові малогабаритні ВЧ ГМ (відтворюють частоти від 8 ... 10 до 30 ... 40 кГц).

Основні характеристики АС

Характеристик АС існує досить багато, одні з них мають більше значення для користувача, інші менше, вітчизняні і зарубіжні характеристики АС і методики їх виміру не завжди збігаються.

Ефективний робочий діапазон частот – діапазон, в межах якого рівень звукового тиску, що розвивається АС, не нижче заданого, по відношенню до рівня, усередненим в певній смузі частот. (У рекомендаціях МЕК 581-7) мінімальні вимоги до цього параметру становлять 50 – 12500 Гц При спаді 8 дБ по відношенню до рівня, усередненим в смузі частот 100 – 8000 Гц.

Ефективний робочий діапазон залежить від характеристик головок гучномовців, від акустичного оформлення АС і від параметрів розділення каналів (кросовера). На низьких частотах вирішальну роль відіграє об'єм корпусу АС. Чим він більший, тим ефективніше відтворюються низькі частоти, тому, зокрема, сабвуфери завжди досить громіздкі. Нерідко діапазон відтворюваних частот АС перевищує верхню межу чутності людини. Типові значення: 100 – 18000 Гц для стельової акустики і 60 – 20000 Гц для підлоги.

Нерівномірність амплітудно-частотної характеристики (нерівномірність характеристики звукового тиску). Чим рівномірніше АЧХ, тим більш природним буде відтворення. Ступінь нерівномірності АЧХ характеризується відношенням максимального значення звукового тиску до мінімального, або за іншою методикою, ставленням максимального (мінімального) значення до середнього, в заданому діапазоні частот, виражене в децибелах. У рекомендаціях 581-7, МЕК вказується, що нерівномірність АЧХ не повинна перевищувати ± 4 дБ в діапазоні 100 – 8000 Гц.

Характеристика спрямованості дозволяє оцінити просторовий розподіл випромінюваних акустичною системою звукових коливань, і оптимально розташувати акустичні системи в різних приміщеннях. Про цей параметр дозволяє судити діаграма спрямованості АС, що є залежністю рівня звукового тиску від кута повороту АС відносно його робочої осі в полярних координатах, виміряна на одній або декількох фіксованих частотах.

Характеристична чутливість – це відношення середнього звукового тиску, що розвивається АС в заданому діапазоні частот (100 зазвичай – 8000 Гц) на робочій осі, наведене до відстані 1 м і електричної потужності 1 Вт. У більшості моделей АС рівень характеристичної чутливості становить 86-90 дБ. Існують високоякісні широкосмугові АС з чутливістю 93 – 95 дБ / м / Вт і більше. Характеристична чутливість визначає, який динамічний діапазон здатна забезпечити АС.

Коефіцієнт нелінійних спотворень характеризує появу в процесі перетворення спектральних складових, що були відсутні в вихідному сигналі, які деформують його структуру, тобто, в кінцевому рахунку, точність відтворення. Це дуже важливий параметр, оскільки внесок АС в загальний коефіцієнт нелінійних спотворень всього звукового тракту, як правило, є максимальним. При збільшенні потужності сигналу коефіцієнт нелінійних спотворень зростає.

Електрична (акустична) потужність – визначає рівень звукового тиску і динамічний діапазон (з урахуванням характеристичної чутливості), який потенційно може забезпечити АС в певному приміщенні.

Характеристична потужність, при якій АС забезпечує заданий рівень середнього звукового тиску. У рекомендаціях МЕК значення цього рівня встановлено 94 дБ на відстані 1 метр.

Пікова (максимальна) музична потужність. Методика вимірювання, що визначається німецьким стандартом DIN 45500, наступна: на АС подається сигнал частотою нижче 250 Гц і тривалістю менше 2 секунд. Акустика вважається, що пройшла випробування, якщо при цьому немає помітних *на слух* спотворень. При виборі АС бажано, щоб реальна максимальна потужність АС перевищувала потужність підсилювача приблизно на 30 і більше відсотків, щоб попередити від виходу з ладу акустики через подачу на неї сигналу неприпустимо великого рівня.

Найбільш поширені значення *електричного (вхідного) опору* (імпедансу): 4, 8 або 16 Ом. Цей параметр важливий при виборі підсилювача, з яким буде працювати АС. Слід використовувати АС з опором, відповідним вказаного в паспорті підсилювача. Таке рішення буде забезпечувати ідеальне узгодження характеристик акустики і підсилювача, тобто найкращу якість звуку.

Приклад АС для кінотеатрів наведено нижче.

Заекранний гучномовець CS 115.1 (рис. 4.10) розроблений для використання в кінотеатрах з кількістю місць до 200. CS 115,1 складається з двох блоків: НЧ, СЧ з одним 15" динаміком і ВЧ з 1" компресійним динаміком, навантаженим на рупор з дисперсією 90°х90°. ВЧ блок можна переміщати по осі випромінювання і нахиляти з метою вибору оптимального положення відносно екрану.

Для спрощення і здешевлення звукової системи встановлений пасивний фільтр. Всі динаміки, що входять до складу CS 115.1, відрізняються високою ефективністю і низькими спотвореннями.



Рисунок 4.10 – Зовнішній вигляд гучномовця *MEDIA WORKS CS115.1*

Основні параметри:

Тип: концертна, пасивна;

- акустичне випромінювання: монополярна;
- випромінювачі: тип випромінювачів динамічні
- ВЧ-випромінювач 25 мм;
- НЧ-випромінювач 380 мм.

Розміри (ШхВхГ) 488х990х513 мм, вага 45 кг

Технічні характеристики:

- кількість смуг 2;
- потужність 400 Вт;
- максимальна потужність 1000 Вт;
- чутливість 100 дБ;
- імпеданс 8 Ом;
- діапазон частот 45-18000 Гц.

Акустична система оточення CS 110.1 (рис. 4.11) володіє всіма перевагами, характерними для акустичних систем такого типу. Це широка конічна діаграма спрямованості (90°), виключно рівномірне звукове поле, мінімальні фазові

спотворення. В якості випромінювача застосовується неодимовий коаксіальний драйверний блок, в якому єдина магнітна система приводить в дію 10" дифузор з довгоходовим підвісом і компресійний динамік з 2" мембраною і 1" виходом.

Частотний розділ здійснюється вбудованим пасивним фільтром. Імпеданс може бути як 8 Ом, так і 16 Ом. Високий імпеданс дуже зручний для кінотеатрів з великою кількістю гучномовців CS 110.1. Низькопрофільна форма корпусу робить CS 110.1 малопомітним в кінозалі. Динаміки закриті декоративною тканинною сіткою. Корпус виготовлений з високоякісної багатошарової березової фанери і покритий спеціальною матовою антибліковою фарбою.



Рисунок 4.11 – Зовнішній вигляд 2-смугової акустичної системи оточення MEDIA WORKS CS 110.1

Основні параметри:

- тип: концертна;
- призначення: тиловий канал;
- кількість смуг: 2;
- габарити (ШхВхГ): 429х414х296 мм; вага 11 кг.

Технічні характеристики:

- потужність 150 Вт;
- максимальна потужність 300 Вт;
- чутливість 96 дБ;
- імпеданс 8 Ом;
- діапазон частот 60-18000 Гц;
- ВЧ-випромінювач 25 мм;
- НЧ-випромінювач 254 мм.

Заекранний сабвуфер CW 218 (рис. 4.12) розроблений для використання в кінотеатрах середнього і великого розмірів. У складі CW 218 два потужних

випромінювача 18", які відрізняються високою ефективністю і низькими спотвореннями. Корпус виготовлений з високоякісної багатошарової березової фанери і покритий спеціальною матовою антибліковою фарбою.



Рисунок 4.12 – Зовнішній вигляд заекранний сабвуфер MEDIA WORKS CW 218

Основні параметри:

- тип: пасивна;
- розташування: підлогова;
- акустичне випромінювання: монополярна;
- призначення: сабвуфер;
- акустичне оформлення: фазоінверторний;
- тип випромінювачів: динамічні.

Технічні характеристики:

- потужність 2000 Вт;
- максимальна потужність 4000 Вт;
- чутливість 100 дБ;
- імпеданс 4 Ом;
- діапазон відтворюваних частот 27-140 Гц;
- тип випромінювачів динамічні;
- НЧ-випромінювач 2х 457 мм.

Заекранний гучномовець CS 215.102 (рис. 4.13) розроблений для використання в кінотеатрах з кількістю місць до 1000. CS 215.102 складається з двох блоків: НЧ з двома 15" динаміками і СЧ/ВЧ з 10" динаміком, навантаженим на рупор з дисперсією 90х40° і 2" компресійним динаміком, також навантаженим на рупор з такою ж дисперсією. СЧ/ВЧ блок можна переміщати по осі випромінювання і нахиляти з метою вибору оптимального положення щодо екрану. Для спрощення і здешевлення звукової системи між СЧ і ВЧ може бути встановлений пасивний фільтр.



Рисунок 4.13 – Зовнішній вигляд 3-смугового заекранного гучномовця MEDIA WORKS CS 215.102

Технічні характеристики:

- діапазон частот 40-18000 Гц;
- дисперсія 90x40 градус;
- НЧ 2x15” Ciare;
- СЧ 10" неодім Faital Pro, рупор;
- ВЧ 1,4” MW;
- потужність: НЧ 800 Вт RMS/2000 Вт prog.; СЧ 300Вт RMS/600 Вт prog.; ВЧ 80 Вт RMS/160 Вт prog;
- чутливість: НЧ 103дБ/1Вт/1м; СЧ 105дБ/1Вт/1м; ВЧ 112дБ/1Вт/1м;
- SPL prog.: НЧ 136 дБ; СЧ 133 дБ; ВЧ 133 дБ;
- імпеданс: НЧ 4 Ом; СЧ 8 Ом; ВЧ 8 Ом.

Всі динаміки, що входять до складу CS215.102, відрізняються високою ефективністю і низькими спотвореннями.

Корпус виготовлений з високоякісної багатошарової березової фанери і покритий спеціальною матовою антибліковою фарбою.

Контрольні питання до лекції:

1. Перелічити основне звукове обладнання цифрових кінотеатрів.
2. Визначити поняття звукового процесору. Навести вимоги до звукових процесорів у цифрових кінотеатрах.
3. Описати технічні характеристики звукових кінопроцесорів. Зазначити основних виробників сучасних звукових кінопроцесорів.
4. Визначити основні формати звукопередачі.
5. Описати характеристики багатоканальних акустичних систем. Навести схему розташування гучномовців в кінотеатрі для відтворення звуку у форматі Dolby, DTS, CDS та інші.
6. Визначити призначення та характеристики кросоверів у цифрових кінотеатрах.
7. Описати характеристики та функції звукових підсилювачів.

8. Зазначити класи, виробників, моделі підсилювачів потужності для кінотеатральних та інформаційно-розважальних комплексів.

9. Визначити основні електроакустичні параметри та їх типові значення для акустичних систем кінотеатрів. Зазначити особливості будови акустичних систем.

10. Описати структурні компоненти акустичних систем для кінотеатрів.

Додаткові джерела

1. Многоканальный окружающий звук. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.muzoborudovanie.ru/articles/sur/surround.php>

2. Кроссоверы, их устройство и назначение. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.daxxgroup.ru/theory3_ru.htm

3. Звук в кинотеатре. Что нужно, чтобы его воспроизвести? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.kinometro.ru/materials/show/name/sound_dolby_190218

4. Акустические системы Media Works [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://goodster.ru/cat/61929/akusticheskie-sistemy-media-works/>

ТЕМА 5. КОМПЛЕКСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ КІНОТЕАТРІВ

Комплексні рішення для кінотеатрів включає в себе: вибір проекційного обладнання, звукового обладнання (цифровий звуковий процесор, звукові підсилювачі та акустичні системи), а також його підключення в цілому. Як зазначено у попередніх лекціях, кінотеатри існують різного типу. Це потрібно враховувати при обранні обладнання для кінотеатру, його розміщення та з'єднання.

5.1 Особливості технічного забезпечення 3D-кінотеатрів

Головна особливість 3D фільмів полягає у необхідності демонструвати стереозображення. Тривимірне кіно у даний час є дуже популярним. Розробки з застосуванням стереозображень існують вже багато років, такі фільми стали знімати на початку 20-го століття, коли сам метод став зрозумілим та знайшлись способи його реалізації у сфері кіноіндустрії.

3D зображення копіює і відтворює природні характеристики людського ока з точки *зору глибини і топографії*. Зображення знімаються одночасно з використанням двох окремих камер, зазвичай розташованих на тій же відстані одна від одної, як і наші очі.

Тому знімаючи одразу двома камерами, дещо рознесеними у просторі а потім накладаючи отримані зображення одне на одне, можна відтворити тривимірну картинку. Але для цього потрібні певні умови, тому що людина дивлячись на два окремих зображення двома очами сприймає їх як дві накладені зі зміщенням картинки.

Для отримання ефекту тривимірності потрібно зробити так, щоб кожне око бачило окреме зображення, яке йому й адресоване. Щоб цього досягти були створені різні технології наприклад – анагліф, метод заснований на кольорному кодування зображення (у даний час майже не застосовується).

Найбільш популярним методом є *поляризаційний*, світло як електромагнітна хвиля проходить через спеціальні поляризаційні фільтри та поляризується. Якщо пропустити одну хвилю через два ортогональні один одному фільтри, то світло поляризоване таким чином блокується. За допомогою цього ефекту можна отфільтрувати зображення для кожного ока. Для цього по одному поляризаційному фільтру з певною поляризацією (коловою чи лінійною)

встановлюється перед кожним з двох об'єктивів кінопроекторів, інші два фільтри встановлюються у окуляри для кожного глядача. Світло проходить через перший фільтр відображається від екрану та проходить через другий у окулярах. При цьому зображення, що призначене для правого ока пропускається правим фільтром окулярів, а призначене для лівого – блокується правим фільтром та навпаки.

При лінійній поляризації потрібно щоб глядач не рухав головою, тоді ефект зникає. У коловій такий недолік відсутній. Потрібно додати, що при застосуванні фільтрів виникає певний ефект поглинання фільтрами частини сили світла, що призводить до втрати яскравості.

Наступна технологія, що все більше застосовується – *затвірна*. Її принцип дії засновано на змінній подачі зображень на кожне око. Суть методу полягає в тому, що на екрані по черзі демонструють зображення, призначені для лівого і правого ока, а окуляри по черзі затемнюють то ліву, то праву частину. Але такий метод призводить до істотного затемнення світлового потоку, що вимагає підвищення потужності проектора, а також – до ефекту роздвоєної картини у деяких глядачів і втоми зорового апарату.

Для застосування технологій тривимірного зображення необхідне спеціальне технічне забезпечення. До такого відносять у першу чергу активні та пасивні 3D системи. Виробниками, що спеціалізуються на виготовленні вказаних систем є наступні компанії Dolby, GetD, Volfoni, Xpand.

Розглянемо більш докладно *склад обладнання* для активних та пасивних 3D систем.

1. Активні 3D системи (рис.5.1):

Активна технологія використовує рідкокристалічні молекули (РК), які працюють як оптичні затвори. Кожен оптичний затвор синхронізований із зображенням передається через інфрачервоний (ІЧ) або радіочастотний (РЧ) сигнали. Для того щоб це реалізувати потрібні у першу чергу спеціальні окуляри (див, наприклад рис. 5.1 а).

Активні 3D окуляри – електронний пристрій, що дозволяє виявити ІЧ/РЧ сигнал і подає сигнал оптичному затвору для початку мерехтіння між закритим і відкритим режимом. Рідкокристалічні молекули діють як оптичні затвори, які дозволяють сприймати 3D.

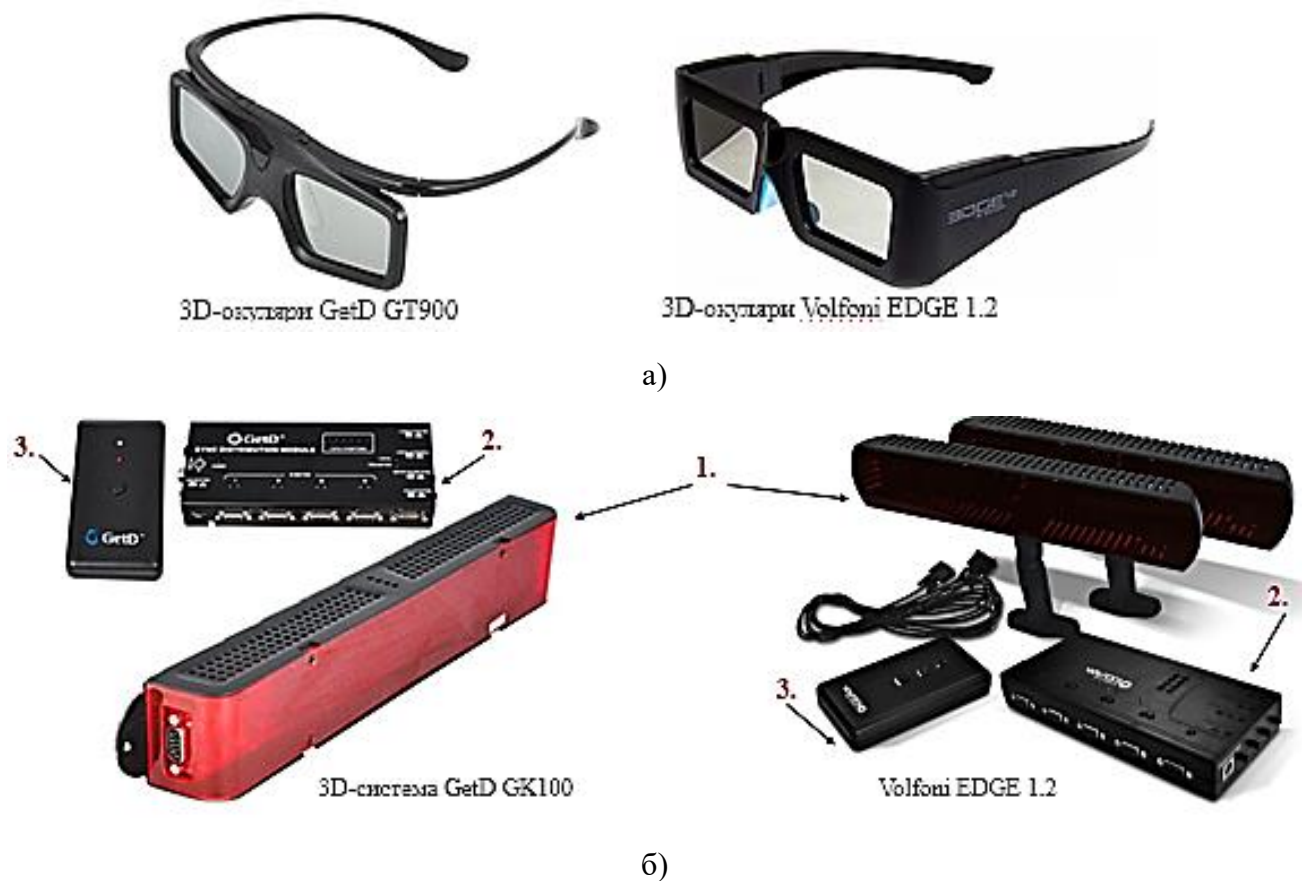


Рисунок 5.1 – Ативні 3D системи: а) 3D окуляри, б) ІЧ-емітер (1), синхронізатор (2), тестер (3)

Активна 3D система підключається безпосередньо до кінопроектору для цього використовується спеціальний 3D передавач (емітер) та контролер 3D окулярів (синхронізатор та інфрочервоний емітер) (рис. 5.1 б).

Емітер дальнього радіусу дії – модуль, з безліччю вбудованих інфрачервоних світлодіодів, що дозволяє покривати всі типи залів. До системи можуть бути підключена різна кількість емітерів. Емітер націлюють на екран за допомогою його лазерного вказівника.

Синхронізатор – модуль, спеціально розроблений для цифрових кінотеатрів різного розміру. Цей модуль підключається до *цифрового проектора* і отримує сигнал синхронізації кадру через GPIO інтерфейс спільного користування (DB-37). Він розширюється до чотирьох виводів емітера DB-9. А також підтримує розширення дистрибутивних модулів (завдяки кабелю DIN-3), який спрощує електромонтаж кінотеатру.

2. Пасивні 3D системи (рис. 5.2):

Пасивна 3D система розташовується перед проектором, та основана на методі поляризації світла (або анагліф).

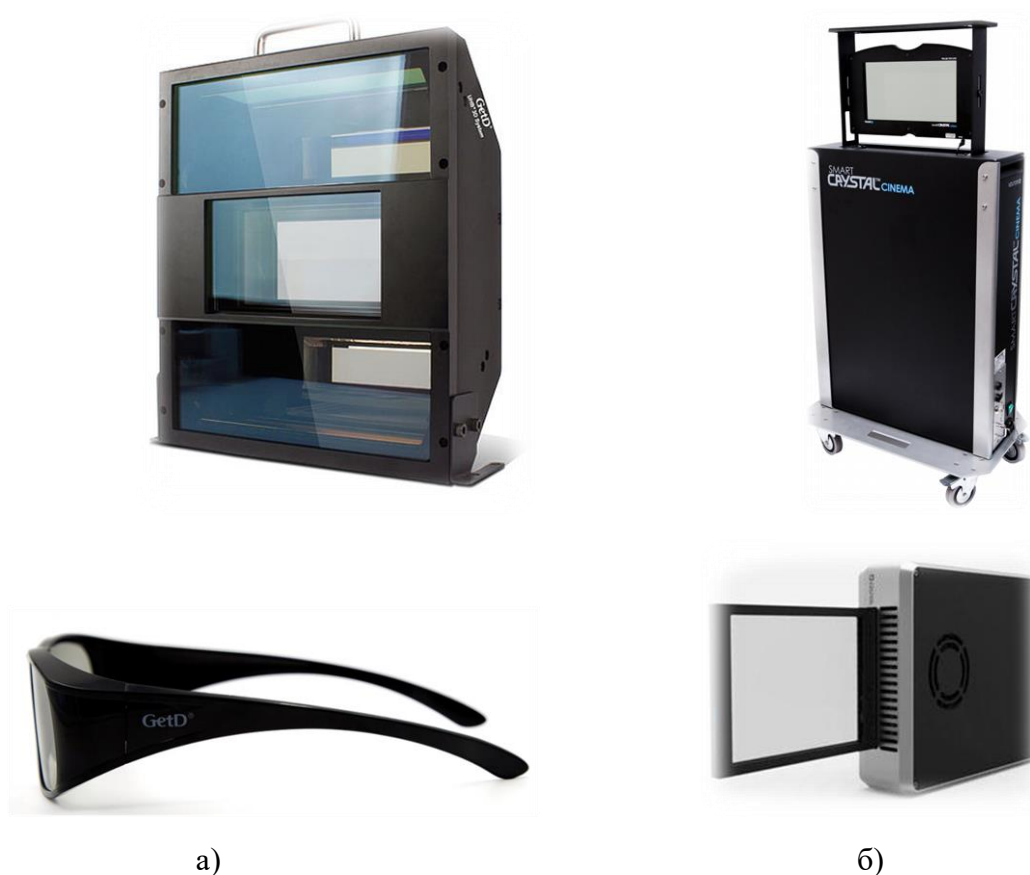


Рисунок 5.1 – Пасивні 3D системи: а) 3D-система GetD GK910 та пасивні 3D-окуляри GetD CP720G78R б) вертикальний та горизонтальний поляризаційні модулі Volfoni Smart Crystal Cinema

Також потребує використання пасивних поляризаційних окулярів, що дозволяє розділити поляризаційні зображення і гарантувати, що кожне зображення направляється тільки до відповідного ока.

На рис. 5.2 а) – 3D пасивна система преміум класу (GetD GK910), що підключається зовні, тут застосована трипроменева поляризаційна технологія (пасивні окуляри з поляризаційними фільтрами).

Переваги: надзвичайно мале поглинання світла, дуже яскрава 3D-картинка. Добра для застосування у великих кінозалах. Має низьку вартість *довготривалої експлуатації*. Дешеві і прості в експлуатації окуляри – застосовуються стандартні поляризаційні окуляри.

Недоліки: потрібно посеребний екран, деякі скла проекційних вікон порушують поляризацію променю і роблять експлуатацію системи неможливою. В такому випадку виникне необхідність в заміні скла. Також є деякі складності з установкою системи в дуже вузьких апаратних. Вимагає збільшеного розміру проекційного вікна по висоті. Досить складна в збірці, встановленні та налаштуванні.

Оптичні параметри: світлова ефективність – $30 \pm 1\%$;

Контрастність – 150: 1, перехресні перешкоди $< 1,5\%$;

Проекційне відношення $> 1,2$;

Вага – 11,2 кг.

Устаткування:

- максимальна потужність лампи – 7кВт, 32000 лм; HFR – до 240 Гц.
- екран – срібний з коефіцієнтом 2,4;
- 3D Sync Port – DB37, DB15;
- універсальні кронштейни – Barco / Christie / Nec;

Метод роботи пускача – автоматичний.

На рис. 5.2 б) – універсальний монтажний кронштейн для монтажу в заданих умовах. Забезпечує захист панелі від пилу і пошкоджень під час показу в режимі 2D, симетричне кріплення і зручна настройка. Висока якість зображення зберігається з будь-якого місця в залі відносно екрану. Система розроблена і оптимізована для кінопоказу з високою частотою кадру (HFR), світлова віддача (LEF 18%) з проектором до 7 кВт.

Рекомендації щодо сумісної установки: тип проектора D-Cinema 3xDLP, максимальна потужність лампи 7 кВт / 32 000 Лм, екран 2,4 мінімальне посилення. Сумісність з 3D окулярами – пасивні окуляри з коловою поляризацією. Експлуатаційні характеристики: світлопропускання – 42%, стереоскопічний контраст 100:1. Технологія «Surface Switching», сумісність 3D проектори DCI, 3xDLP.

Види 3D кінопроекції на даний момент 3D – це цілий клас різних технологій, що дозволяють передавати об'ємне зображення. Перерахуємо лише деякі з цих технологій для того, щоб зрозуміти які типи систем застосовано до кожного з видів:

XPAN-D застосовують *активну систему* – по черзі права і ліва частина окулярів затемнюються. Все це відбувається зі швидкістю рівною 48 кадрів в секунду. Комплексне рішення потребує вже відомі вам апаратні елементи.

RealD – цей спосіб полягає в наступному: зі швидкістю 72 кадри в секунду на кожне око проектується по три поляризованих кадри. При цьому екран посріблений. Недоліком системи є необхідність заміни звичайного біломатового екрану в кінотеатрі на досить дорогий «срібний» екран, так як ця система працює на основі принципу поляризації зображення, а також відносно висока ціна ліцензії *RealD*. Також через гостру діаграму спрямованості відбитого світла, «срібний» екран значно погіршує якість демонстрації звичайних 2D фільмів.

DOLBY-3D – тут світло розділяється по частинах спектру. Таким чином, кожне око вловлює тільки хвилі з конкретним діапазоном довжини. Даний варіант обходиться дешевше, але передача кольору при цьому страждає.

Система використовує спеціальний спектральний фільтр, розроблений компанією *Infitec*. Цей фільтр у вигляді диска, що обертається синхронно із зображенням, поміщається всередину цифрового кінопроектора. Принцип дії заснований на невеликому зсуві спектрів зображень для правого і лівого очей. Для перегляду стереозображення також застосовуються спеціальні пасивні окуляри, оснащені багат шаровими спектральними фільтрами. Перевагами цієї системи є пасивні окуляри, ціна яких менша, а також використання звичайного біло-матового екрану. До недоліків системи можна віднести необхідність «фізичного» втручання в конструкцію кінопроектора для установки диска спектрального світлофільтру. Ця система буде працювати виключно з власними серверами компанії *Dolby*. А також додатково потрібен контролер фільтру *Dolby DFC100 Filter Controller*. Фільтр *Dolby*, що обертається в зборі з монтажною системою встановлюється в стандартний цифровий кінопроектор між лампою і *DMD* чіпом. Фільтр працює при демонстрації 3D контенту, а при демонстрації в 2D перестає функціонувати.

5. 2 Особливості технічного забезпечення кінотеатрів IMAX

IMAX-кінотеатри можна виділити у окрему категорію з тієї причини, що зображення, яке можливо відтворювати у кінотеатрах має найбільший, IMAX має відмінності від інших сучасних кінотеатрів та багато запатентованих розробок які відрізняються своєю базовою структурою.

Розробники вказаної технології позиціонують її як ту, що дозволяє зануритись у дію фільму без застосування 3D. Фахівці з IMAX майже не займаються переобладнанням старих кінотеатрів або кінозалів, де раніше демонструвались фільми. Це пов'язано з тим, що у приміщення повинна бути певна геометрія, тому дуже часто деякі приміщення змінюються не тільки по частині технічного оснащення, а фундаментально. Ліцензія на зал IMAX коштує 1,5 млн. доларів, обладнання береться в оренду терміном на десять років.

Занурення глядача відбувається шляхом застосування сукупності кількох систем: проекційної; звукової; особливостей екрану; розміщення глядацьких місць.

В IMAX використовуються два проектора, які одночасно проектують зображення незалежно від того в якому режимі показується фільм (в 2D або 3D). такий підхід забезпечує більш високу чіткість і яскравість підсумкової картинки.

Різновиди IMAX:

- *Плівкові.* Через громіздкість камер для зняття плівкових фільмів та через дороговизну знімального процесу, в IMAX запропонували та втілили власну технологію оцифровки плівки DMR (Digital Media Remastering), що сканує кожен кадр з високою роздільною здатністю. Ця технологія дозволяє оцифровувати фільми не лише зняті на 70-мм кіноплівку.

- *Цифрові* кінопроектори мають вигляд показаний на рис. 5.3 також представлені парою однакових проекторів

- *Лазерні.* У 2015 році у США був представлений перший кінотеатр з системою лазерного IMAX. Також нова технологія, дійшла і до Європи. Як і відображено в назві, ключовою відмінністю нової технології є використання в якості джерела світла лазера замість потужної 15-кВт ксеноновим дугової лампи. В результаті була отримана більш яскрава, чітка картинка з розширеним спектром кольорів і глибшим чорним кольором.

Лазерна система включає пару 4K-проекторів, які відтворюють разом одне велике зображення (або два зображення у випадку з 3D), використовуючи техніку вирівнювання субпікселей. Проектори підтримують швидкість відео до 60 кадрів в секунду. IMAX не розкриває повних технічних специфікацій своєї системи, але наводить порівняльні дані.



Рисунок 5.3 – Цифрові кінопроектори IMAX в роботі

Новинка на 50% перевищує по яскравості вимоги стандарту DCI. Контрастність вище, ніж у традиційних систем на базі ксенонових ламп. Повністю підтримується колірний простір Rec. 2020.

Ще однією особливістю є те, що якість звуку та зображення контролюється через мережу 24/7 Network Operations Center IMAX.

Екрани, які застосовуються в даній категорії кінотеатрів, посріблені, що підвищує відбивну здатність, зроблені з перфорованого вінілу або перфорованих металевих пластин, які закріплені на спеціальному каркасі. Стандартний IMAX-екран дорівнює 22 м на 16 м (може досягати висоти 24 і ширини 30 м). Ширина екрану набагато перевищує можливий периферійний зір людини. Також, на відміну від звичайного екрану, має вигнуту форму.

За рахунок того, що екран має великий розмір, кількість рядів у подібному кінозалі не може перевищувати 15, інакше потрібного ефекту досягти не вдасться. Покриття екрану – латексне (2D) або металізоване (3D) для збільшення коефіцієнту віддзеркалення, що перевищує звичайний в два і більше разів. Це важливо для формування високої якості зображення, яке глядачі бачать неозброєним оком при проекції в форматі 2D або через лінзи окулярів при проекції 3D. Технологія передбачає використання криволінійного (Giant Screen) (рис 5.4) або купольного (Dome) екрану.

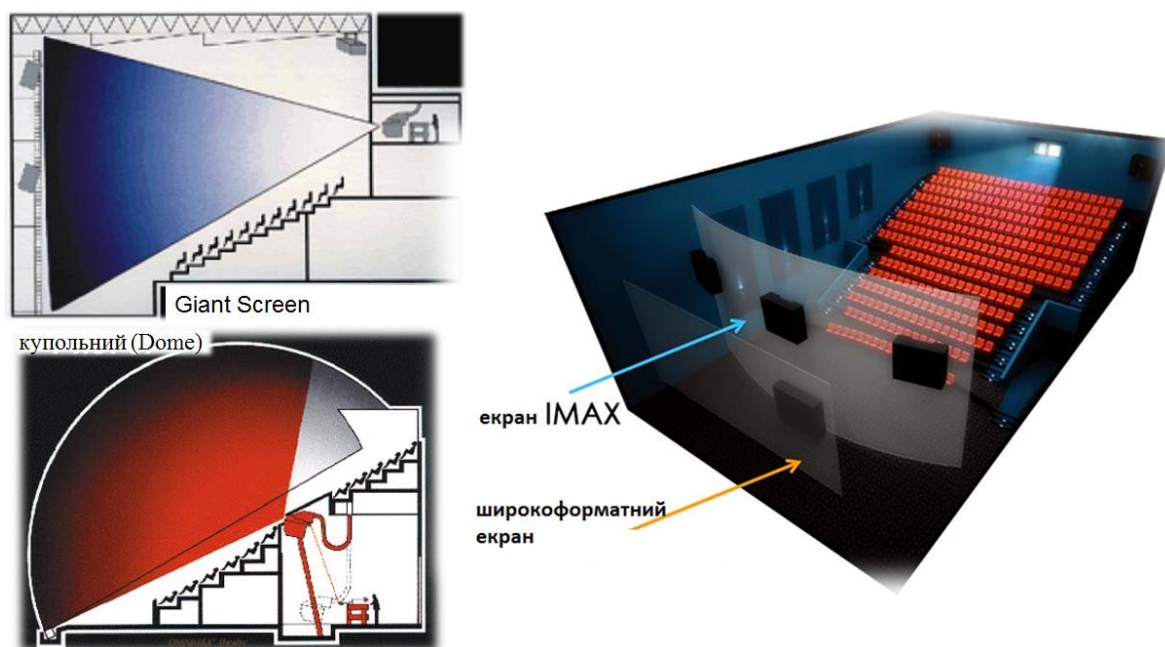


Рисунок 5.4 – Різновиди екранів IMAX

Вага екранної конструкції від 320 кг (для вінілової поверхні) до 1,5 т (для металевої).

Звукові системи. Для плівкових IMAX, на відміну від звичайного широкоформатного кіно, з початку була відсутня суміщена фонограма на кіноплівці. Замість неї використовувалися дві окремі перфоровані магнітні стрічки шириною 35- і 17,5-мм, синхронізовані з кінопроектором. На першій записувався 6-канальний звук, а на другий – 3 канали звукових ефектів. Надалі систему спростили, залишивши тільки 35-мм магнітну стрічку з 7-канальним звуком типу «Сінерама».

З початку 1990-х років для відтворення звуку в кінотеатрах почав використовуватися 7-канальний (6.1) цифровий звук, синхронізований з кінопроектором за допомогою часового коду SMPTE.

При цьому звук відтворюється з жорсткого диска *без компресії* і декодується по системі *Dolby Digital*. У сучасних цифрових кінотеатрах звукові дані відтворюються сервером з того ж жорсткого диска, з якого відтворюється зображення.

Гучномовці розташовуються за екраном і навколо кінозалу для досягнення максимального ефекту присутності. Для підвищення розбірливості мови на фонограмі при будівництві кінотеатрів IMAX особлива увага приділяється акустичному оформленню залу, тому для дотримання фазових характеристик

динаміки монтуються із застосуванням лазерного променя для точного дотримання монтажних відстаней.

Фірма Sonic розробила спеціально для геометрії залів IMAX Dome збалансовану акустичну систему, що складається приблизно з 44 точкових гучномовців (Proportional Point Source). У конструкції цих гучномовців використовуються високочастотні випромінювачі, керовані електронікою, з метою вирівнювання динамічного діапазону по всьому залу. На додаток до самої лазерної системи в деяких кінотеатрах також буде встановлена нова *12-канальна звукова система*, що забезпечує ще більш високий рівень звучання. Хоча оглядачі відзначають, що новинка поступається об'єктно-орієнтованим звуковим системам, таким як Dolby Atmos.

Характеристики таких систем перелічено нижче:

- вирівняна лазером система об'ємного звучання;
- діапазон частот 20 – 2000 кГц. Постійний зворотній зв'язок для звукової синхронізації;
- використовується цифровий звук IMAX DDP, розроблений Sonic (відтворення з цифрового диска)
- підсилювачі забезпечують понад 2000 Вт на канал. Загальна потужність системи становить більше 15000 Вт;
- шість аудіоканалів подаються на масив динаміків JBL.

5. 3 Планування кінозалів для цифрового кінопоказу. Елементи оздоблення кінозалів

Основна задача кінотехнологічного проектування – розрахунок геометричних параметрів майбутнього кінозалу відповідно до рекомендацій SMPTE EG 18-1994 (Society Of Motion Picture And Television Engineers) і вітчизняним стандартам ОСТ 19-154-2000 «Кінотеатри і Кіноустановки. Технологічні параметри глядачевого залу».

Кінотехнологічне проектування повинне виконуватися одночасно з архітектурним проектуванням і, звичайно, до початку будівельних робіт. Гірше, коли приходить «вписувати» кінозал (чи кінозали) і кінопроекційну у вже готову будівлю. У цьому випадку дуже часто виникає проблема з недостатньою висотою стель, а також з неможливістю вписати екран необхідних розмірів, і, як

наслідок, приходиться йти на компроміси. Помилковим є думка, що існують стандартні рішення кінозалів (наприклад зал на 100 місць, зал на 150 місць і т.д.) і будь-який розрахунок кінотехнології можна звести до банального вибору готового варіанта. Проект кінотехнології враховує десятки параметрів, причому незначна зміна одного параметра приводить до зміни ще декількох.

При проектуванні цифрових кінотеатрів необхідно створювати підйом підлоги для забезпечення перевищення променю зору глядача ($n+1$) ряду над рівнем очей глядача n -го ряду. Профіль підйому підлоги в глядацькому залі звичайно представляє ламану лінію. Відстань від екрана до першого ряду глядацьких місць визначається з кутів спостереження для глядачів, що сидять на краях першого ряду. Глядач має спокійно, без особливої напруги, спостерігати зображення.

Акустика в кінотеатрі як і розмір екрану одне з головних. Звукова інформація про фільм уже записана на цифровому треку фільмокопії, але до неї додається просторова інформація кінозалу і в підсумку сприймається інший звук.

Найчастіше звукові спотворення обумовлюються архітектурою приміщення. Так, для кінозалу не підходять металеві конструкції. Не дуже добре, якщо кінозал має велику площу. У приміщеннях з балконами теж важко домогтися гарного звуку, як і в кінотеатрах, що мають дах у формі купола. Тому застосовують різні типи звукопоглинаючих матеріалів з метою домогтися оптимального звучання у всьому діапазоні частот.

Сучасні системи багатоканального звуку висувають серйозні вимоги до якості акустичного оформлення кінозалів з метою досягнення найкращого звучання. Для забезпечення відповідного застосування технічного забезпечення необхідно провести цілий комплекс робіт з монтажу, інсталяції і настроюванню звукового і кінопроекційного устаткування, акустичному оформленню залів, правильній установці крісел і інших аспектів.

До основних акустичних вимог для кінозалів відноситься:

- забезпечення оптимального часу реверберації;
- забезпечення необхідної геометрії залу;
- акустична обробка заекранного простору для подавлення небажаних відбиттів від заекранної стіни кінозалу;
- обробка задньої та бокових стін кінозалу для подавлення небажаних зворотних відбиттів від стін кінозалу;

- акустична обробка стелі з урахуванням розміщення вентиляційних каналів і систем освітлення;
- підлога повинна бути обов'язково покрита килимовим покриттям у проходах і між рядами. При цьому килимове покриття повинне бути жорстко закріплене до підлоги;
- проекційні вікна повинні забезпечувати гарну звукоізоляцію між кінозалом і кінопроекційною, не створювати додаткових відбиттів;
- двері повинні забезпечувати гарну звукоізоляцію між фойє, вулицею і кінозалом;
- особливі вимоги пред'являють до багатозальних кінотеатрів у відношенні звукоізоляції між залами.

Архітектурно-акустична обробка кінозалу в поєднанні з комплектом звуковідтворювальної апаратури повинна забезпечувати оптимальні умови сприйняття звукового супроводу кінофільму. Згідно з РТМ 19-77-94 запізнення першого інтенсивного відбиття, що приходить до глядача слідом за прямим звуком, має лежати в інтервалі 15-30 мс.

З метою виключення відбитого сигналу з меншим запізненням стіна за заекраними гучномовцями повинна обов'язково оброблятися звукопоглиначем з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,6 в діапазоні частот від 63 Гц і вище. Рекомендований час реверберації проектованого приміщення приймається за графіками, запропонованим в літературі, в залежності від об'єму і призначення залу і забезпечується шляхом відповідного корегування об'єму приміщення і його внутрішнього оздоблення. Для забезпечення правильного розподілу відбитого звуку і необхідної дифузності звукового поля повинні застосовуватися спеціальні звукорозсіювальні елементи, а стеля і стіни залу оброблятися звукопоглинальними матеріалами.

Індекс ізоляції повітряного шуму між залом для глядачів і кінопроекційною (при закритих вікнах в протипожежних заслінках) повинен бути не гірше 50 дБ

Верхня частина стін (вище 1,7 м від стелі) і стеля кінопроекційної кінотеатрів повинні облицьовуватись звукопоглинальними матеріалами з коефіцієнтом звукопоглинання не менше 0,6 в діапазоні частот 500-2000 Гц.

Звукопоглинальні матеріали використовують для забезпечення заданого часу реверберації для кінозалів заданого розміру.

Необхідну частотну характеристику поглинання для кінозалу (КЗ) забезпечують шляхом комбінування різних звукопоглинальних матеріалів. Найменше поглинання звуку спостерігається у випадку їх розміщення безпосередньо біля стіни, найбільше – на відстані $\frac{1}{4}$ від довжини звукової хвилі. Як правило, в КЗ використовують такі види конструкцій звукопоглиначів:

- пористі акустичні плити (максимальний коефіцієнт поглинання α спостерігається на СЧ та ВЧ);
- перфоровані резонаторні панелі (наприклад, мінеральна вата чи скловолокно, огорнуте склотканиною і закрите ззовні перфорованим листом, α має резонансний характер, максимум можна змінити, регулюючи розмір перфорованих отворів, відстань між ними, товщиною наповнювача і т.п.)
- панелі, що резонують на НЧ (наприклад, листи фанери, сухої штукатурки, деревостружкові плити, розташовані на деякій відстані від поверхні стіни, максимальний коефіцієнт поглинання α в цій конструкції – в області 100-300 Гц).

Окрім ефективності звукопоглинання, в КЗ треба забезпечити ізоляцію від зовнішніх шумів. Для цього КЗ бажано розташовувати на тихих вулицях, КЗ мають бути оточені приміщеннями з низьким рівнем шуму, входи облаштованими тамбурами, глибиною не менше 1 м, всі внутрішні поверхні мають бути оброблені ефективними звукопоглиначами. Двері також мають бути оброблені звукопоглинаючими матеріалами та мати щільну багатошарову конструкцію. Оглядові вікна між залом та апаратною повинні мати трьохшарову конструкцію, товщиною 6-9 мм. Все скло має бути ізольованим по периметру прокладками з профільної резини. Вентиляційні канали КЗ – оброблені всередині звукопоглинаючими матеріалами, передбачені глушники, що забезпечують ефективне зменшення шумів, обумовлених роботою двигуна вентиляторів.

Система освітлення сучасного кінотеатру включає: основну систему освітлення, аварійну систему освітлення, додаткові системи освітлення.

Основна система служить для загального освітлення простору кінозалу і сцени. Як правило, дана система передбачає кілька рівнів освітленості для можливості плавного вмикання і вимикання світла в кінозалі. Аварійна система освітлення необхідна для підсвічування евакуаційних виходів з кінозалу. Дана система працює від автономного джерела живлення. Щоб додати кінозалу індивідуальність, різноманітнити й оживити інтер'єр, установлюють додаткові

системи освітлення. Вони можуть бути статичними (наприклад підсвічування сходинок у кінозалі), чи динамічними (наприклад заливання екрана колорченджерами). Керування системою освітлення може здійснюватися як за допомогою блоку прямих включень (найпростіший варіант), так і за допомогою складних систем інтерактивного керування (наприклад на базі DMX) для складних і престижних об'єктів.

Існує безліч геометричних параметрів, що впливають на ергономіку глядацького місця і якість зображення на екрані. Величина підйому глядацьких місць також розраховується в проекті кінотехнології. Правильне розміщення крісел з урахуванням кутів огляду, рівнів перевищення, що рекомендуються, відстаней між рядами дозволяє відвідувачам комфортно дивитися фільм. Більшість старих кінотеатрів мають невелику величину підйому глядацьких місць, тому при реконструкції кінозалу або збільшують кут підйому, або прибігають до так названого шахового розташування крісел.

Вибір конструкції крісел може вплинути на якість акустики, особливо в маленьких залах. По-перше, необхідно обирати крісла з достатнім демпфуванням, так щоб вони не давали відбиття на екран. Якщо крісла мають сидіння, що складаються, бажано, щоб нижня поверхня також була демпфуючою.

Крім того, ідеальне крісло не повинне істотно змінювати своїх акустичних властивостей при наявності в ньому глядача; тобто залежність поглинання від частоти сигналу не повинна мінятися. У цьому випадку байдуже, який відсоток залу заповнений глядачами – частотна характеристика буде незмінною.

Сучасні крісла можуть бути оснащені підсклянниками, вбудованими системами трансляції перекладу та інших аксесуарів, що підвищують комфортність кінозалу.

Важливим аспектом вибору крісел є їхня відповідність нормам пожежної безпеки. Усі крісла, встановлювані в залі, повинні мати сертифікат безпеки не нижче класу "5".

Контрольні питання до лекції

1. Описати склад комплексного рішення для цифрових кінотеатрів.
2. Пояснити принцип утворення 3D зображення. Які системи використовуються для цього?

3. Зазначити необхідне обладнання для демонстрації кіно у форматах RealD, XpanD, Dolby Digital Cinema 3D.
4. Зазначити особливості технічного забезпечення кінотеатрів IMAX
5. Визначити склад елементів оздоблення кінозалу. Навести вимоги до архітектурно-акустичної обробки кінозалу. Які вам відомі стандарти кінотехнологічного проектування.
6. Навести нормовані значення рівня шуму у приміщеннях кінотеатру. Зазначити особливості комбінування звукопоглинальних матеріалів для забезпечення шумоізоляції у приміщеннях кінозалу.
7. Визначити склад, функції та зв'язки обладнання, що розташовується у кінооператорській та обладнання, що розташовується у кінозалі.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

ТЕМА 6. ЗВУКОПІДСИЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

6.1 Комутація. Типи інтерфейсів для передавання аудіо-, відео-сигналів

Сигнал може передаватись по сигнальному тракту (між пристроями) як у аналоговій формі (електричний струм) так у цифровій (у вигляді бінарного потоку), якщо джерело має вбудований цифро-аналоговий перетворювач. Крім того сигнал можна передавати за допомогою дроту та безпроводним шляхом. Зараз, у першу чергу, нас цікавлять проводові засоби комутації ті що, дозволяють передавати аудіо- та відео сигнали.

З'ясуємо які типи роз'ємів та портів нам необхідно застосовувати при комутації різного обладнання. Розберемося у термінології.

Інтерфейс – визначений стандартом спосіб з'єднання та взаємодії різних пристроїв. Загальна межа між двома функціональними об'єктами, вимоги до яких визначаються стандартом. Або сукупність засобів, методів та правил взаємодії між елементами системи (наприклад монітору та відеокarti). До інтерфейсу застосовується також назва *роз'єм, гніздо* – це також стосується і назви *кабелю* тобто кажуть HDMI- кабель, DVI-кабель і таке інше. Через це і виникає певна плутанина.

Звукові інтерфейси використовуються для передачі звукових сигналів від одного до іншого об'єкта аудіотехніки, наприклад від пульта звукорежисера до багатоканального магнітофона. Такий зв'язок може здійснюватися всередині студії чи апаратної. Довжина таких ліній зв'язку може бути від 1 до 1000 м. Передача інформації може здійснюватися за допомогою крученої пари проводів, коаксіального телевізійного кабелю або волоконно-оптичної лінії.

Типи роз'ємів для звукових інтерфейсів.

Кількість різних типів роз'ємів, що використовуються в аудіоапаратурі, рік за роком зростає. В обладнанні, що використовується у побуті майже напевно є різноманітні типи роз'ємів.

На рис. 6.1 представлені основні типи роз'ємів, з якими зазвичай мають справу при роботі з аудіо-, відеообладнанням.



Рисунок 6.1 – Вид роз'ємів, що використовують у аудіо-, відеоапаратурі

- *Чвертьдюймовий – Джек (TRS)* Застосування: гітари, електромусичні інструменти, навушники, стандартні аудіовходи/аудіовиходи (лінійний вхід/вихід).

- *1/8 дюймовий – міні-джек.* Застосування: портативна електроніка, побутова електроніка і навушники, звукові роз'єми комп'ютера. Можуть бути як цифрові так і аналогові.

- *XLR.* Призначення мікрофони, цифрові входи/виходи стандарту AES/EBU в професійній апаратурі, стандартні входи / виходи у професійній аудіо / відеоапаратурі (варіанти з різною адресацією контактів для передачі по одному кабелю відео і стерео і т.д., світлове обладнання).

- *RCA jack* (в просторіччі «тюльпан»). Призначення: побутова апаратура (особливо домашні стереокомплекси), аналогові і цифрові входи / виходи DVD і CD апаратури, цифрові входи / виходи стандарту S / PDIF, цифрові входи / виходи стандарту digital surround, звукові роз'єми комп'ютера

У побуті роз'єми RCA застосовуються для передачі відеосигналу і стереофонічного звуку: жовтий – для відеосигналу, білий – для моно аудіо сигналу або лівого каналу стереофонічного аудіо-сигналу, червоний – для правого каналу стереофонічного аудіо-сигналу.

Назва RCA походить від назви Radio Corporation of America, що запропонувала цей тип роз'єму на початку 1940-х років для підключення фонографів до підсилювачів.

- *Toslink* (F05, розшифровується діаметр – 5 мм"), оптичний роз'єм скорочено від Toshiba Link – забезпечує з'єднання за допомогою оптоволокна (світловодів), розроблений корпорацією Toshiba. Використовують для передачі цифрового аудіосигналу по оптичному кабелю. Через цей інтерфейс можна передавати як багатоканальний, так і стереозвук. З переваг оптичного інтерфейсу можна відзначити те, що він повністю захищений від електричних перешкод. Призначення: цифрові входи / виходи стандартів AES / EBU і digital surround.

- *BNC*. Призначення: професійна апаратура (ширше використовується не в аудіо, а в відеоапаратурі), кабельне телебачення. Для BNC так само як і для XLR роз'єм може бути типу «мама» та «тато». Відмітимо, що це далеко не повний перелік аудіо роз'ємів.

Інтерфейси для передачі відеосигналу (рис. 6.2).

Для початку потрібно згадати, що являє собою відео-сигнал.

Для передачі *відеосигналу* характерним є принципу передавання усіх компонентів цього сигналу. В залежності від того, яким чином ці компоненти передаються сигнал (і тип передачі) можна поділити на

- композитний, має найменшу якість через те, що інформація змішується, що приводить до поганої якості зображення)
- компонентний, що у свою чергу може бути представлений як S-Video, RGB, YUV сигнали у кабелях S-video (separated), яскравість (Y-компонента відео сигналу) передається окремо від кольорності (C-компонента).
- RGB – усі три компоненти кольорності передаються окремими сигналами плюс два додаткових сигнали горизонтальної та вертикальної синхронізації.
- YUV – так само кольорність як і для RGB поділена на 3 основних кольори, але до кожного основного кольору додається відповідна інформація про яскравість

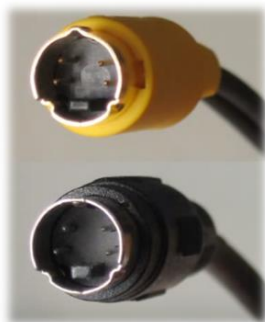
Композитний інтерфейс. Найстаріший із застосовуваних нині типів з'єднання. Являє собою один роз'єм типу RCA (тюльпан), як правило, жовтого кольору. (також може бути і BNC) До переваг композитного відеоінтерфейсу можна віднести те, що їм оснащені практично всі телевізори. Головний недолік полягає в тому, що він огрублює зображення, прибираючи дрібні деталі.

Інтерфейс S-Video (Separate Video) використовується для передачі відеосигналу. Являє собою круглий чотирьохконтактний роз'єм, в якому для подачі сигналів (С) та яскравості / синхронізації (Y) використовуються окремі дроти (звідси і назва – Separate Video).

З'єднання з цього стандарту забезпечує непогану якість зображення при застосуванні простих DVD-систем, але на високоякісних програвачах і телевізорах дає помітне «замилування» картинки.



Композитний інтерфейс



Інтерфейс S-Video



Компонентний інтерфейс



Роз'єм D-Sub (DB25, DI-15)
Аналоговий



DVI інтерфейси

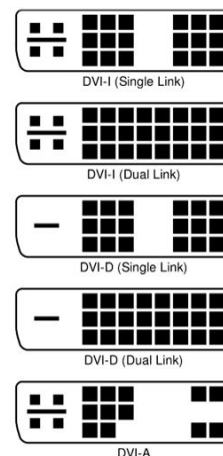


Рисунок 6.2 – Інтерфейси для передачі відеосигналу

Компонентний інтерфейс (або YUV) являє собою три роз'єми типу RCA зеленого, червоного і синього кольорів, що позначаються Y, P/r, P/b (або Y, C/r, C/b). По окремим проводам передаються сигнали яскравості / розгортки (Y) і два кольорорізницеві сигнали (U і V). Саме в такому форматі кодується колірна інформація при записі на DVD, а також при трансляції ефірних передач.

VGA – це стандартний інтерфейс для комп'ютерних моніторів, відеопроєкторів, плазмових панелей і РК-телевізорів. Він включає в себе сигнали трьох основних кольорів, сигнали синхронізації і спеціальний канал для передачі

службової інформації. Інтерфейс VGA дозволяє передавати відеозображення практично без спотворень, з дуже високою якістю. Як роз'єм зазвичай використовується D-Sub 15 pin.

D-Sub (DB25, DI-15) єдиний аналоговий роз'єм що може передавати високоякісне зображення максимально 2048 на 1536 при частоті 85 кГц, звук не передає. Роз'єм D-sub містить два або більше рядів контактів або гнізд, зазвичай оточених металевим екраном у формі латинської D, що захищає від електромагнітних завад. Форма роз'єму у вигляді літери D оберігає від неправильної орієнтації

DVI інтерфейс (Digital Visual Interface) використовують для передачі відеосигналу в цифровому вигляді. Оскільки передача відеосигналу відбувається в цифровому вигляді, зображення передається без жодних спотворень і перешкод. Формат даних, що використовується в DVI, заснований на PanelLink – форматі послідовної передачі даних, розробленому фірмою Silicon Image. Використовує технологію високошвидкісної передачі цифрових потоків TMDS (Transition Minimized Differential Signaling, диференціальна передача сигналів з мінімізацією перепадів рівнів) – три канали, що передають потоки відео і додаткових даних, з пропускнуою спроможністю до 3,4 Гбіт / с на канал.

Існує три види DVI: DVI-A – тільки аналогова передача сигналу, DVI-I – аналогова і цифрова передача, DVI-D – тільки цифрова передача. При аналоговій передачі досягається пропускну здатність RGB-сигналу в 400 МГц (-3 dB), при цифровій передачі мінімальна тактова частота становить 21,76 МГц, максимальна тактова частота в одинарному режимі – 165 МГц, максимальна тактова частота в подвійному режимі обмежується тільки кабелем, має каналний захист

Змішані інтерфейси (для аудіо і відеосигналу).

Окремо слід сказати про *SDI* (послідовний цифровий інтерфейс) – цей інтерфейс у якості роз'єму застосовує BNC існує різні рішення SDI. Дозволяє передавати пакети даних: відео, аудіо 8 (16) каналів, тайм-код, додаткова інформація про камеру і т.п., метадані; потік даних для SDI – 270 Мб/с, некомпресованих даних; потік даних для HD- SDI – 1,5 Гб/с, ;3G- SDI 3 Гб/с.

HDMI інтерфейс. HDMI (1.4, 2.0) є захист (H-DCP), для передачі мультимедійного контенту (пакетна передача даних). цифровий роз'єм, який представляє собою два різновиди малогабаритних роз'ємів: 19- і 29-контактні. У

будь-якому з варіантів забезпечує передачу восьмиканального звуку в форматі 192 кГц/24 біт і відеосигналу, сумісного зі стандартами телебачення високої чіткості. HDMI має пропускну здатність в межах від 4,9 до 10,2 Гбіт/с, рекомендована довжина кабелю складає 1,5 м, проте можливе підключення на відстані до 5 метрів. У цьому інтерфейсі передбачена підтримка технології захисту від нелегального копіювання HDCP (High-bandwidth Digital Content Protection). Є сучасною заміною аналогових стандартів підключення, таких як SCART або RCA. Це найбільш перспективний формат на найближчі роки. Інтерфейс HDMI сумісний з DVI.

DisplayPort – стандарт сигнального інтерфейсу для цифрових моніторів головний конкурент HDMI, застосовується пакетна передача даних, можлива передача як відео так і аудіо сигналу. Новий стандарт сигнального інтерфейсу для цифрових дисплеїв. DisplayPort передбачається до використання в якості найбільш сучасного інтерфейсу з'єднання аудіо та відеоапаратури. Підтримує HDCP версії 1.3 і має пропускну здатність удвічі більшу, ніж Dual-Link DVI, низьку напругу живлення і мало чутливий до сторонніх наведень, розміри роз'єму Mini DisplayPort приблизно рівні USB. Технологія, реалізована в DisplayPort, дозволяє передавати одночасно як графічні, так і аудіо сигнали. Основна відмінність від HDMI – ширший канал для передачі даних (10,8 Гбіт / с замість 5 Гбіт / с), що забезпечить високий роздільна здатність. Максимальна довжина кабелю DisplayPort в три рази більше, ніж у HDMI – 15 метрів проти 5. Ну а замість HDCP, захисту від копіювання, буде реалізована технологія DPCP (DisplayPort Content Protection) з 128-біт шифруванням.

Універсальні роз'єми (для підключення зовнішніх пристроїв).

USB – послідовний інтерфейс для передачі даних. Існує два види цього інтерфейсу, що розрізняються формою роз'єму: USB Type A і USB Type B. Інтерфейс USB (тип A) використовується для підключення до домашнього кінотеатру USB-флеш-накопичувача або зовнішнього жорсткого диска з підтримкою цього інтерфейсу. На домашньому кінотеатрі з USB-інтерфейсом можна прослуховувати музику та переглядати відеофайли, записані на «флешці». За допомогою порту USB (тип B) можна підключити домашній кінотеатр до ПК і прослуховувати музику або дивитися відео з комп'ютера.

Ethernet. Поширена технологія передачі даних в комп'ютерних мережах, практично всі сучасні комп'ютери оснащені інтерфейсом Ethernet. За допомогою

нього можна підключити домашній кінотеатр до домашньої локальної мережі і переглядати збережені на жорсткому диску комп'ютера фотографії, відеофайли, слухати музику в форматі MP3. У домашніх кінотеатрах в якості інтерфейсу Ethernet зазвичай використовується Ethernet 10 / 100BASE-T з роз'ємом RJ-45.

RS-232 – послідовний інтерфейс для передачі даних. Через цей інтерфейс за допомогою спеціального програмного забезпечення, встановленого на комп'ютері, можна дистанційно змінювати налаштування домашнього кінотеатру. У деяких моделях через RS-232 можна змінити прошивку цифрової частини пристроїв або змінити технологічні параметри.

FireWire (iLink) – послідовний інтерфейс передачі даних. У деяких випадках може використовуватися для передачі аудіосигналу і відеосигналу. У AV-підсилювачі та ресивери зазвичай присутні кілька аудіо і відео входів. З їх допомогою ви можете підключити всю вашу аудіо- та відеоапаратуру. На пульті дистанційного керування підсилювача можна буде вибрати необхідне джерело звуку для посилення або джерело AV-сигналу для перегляду на телевізорі.

6. 2. Призначення систем звукопідсилення. Визначення та структура звукового комплексу

Задачі звукопідсилення можуть суттєво відрізнятися в залежності від категорії інформаційно-розважального заходу. Виділяють наступні категорії заходів:

1. Масові (фестивали, концерти);
2. Ділові (конференції, виставки, аукціони);
3. Рекламні (презентації, модні покази);
4. Корпоративні (ювілеї, вечори);
5. Приватні (закриті вечірки);
6. Продакшн (кліпи, шоу, програми, ролики).

Необхідні технічні елементи для інформаційно-розважальних заходів наступні: сцена і конструкції (зал для глядачів); звукове обладнання; світлове обладнання; відео- і медіаобладнання; меблі та клімат-контроль; обладнання для створення спец-ефектів.

Призначення *систем звукопідсилення*: донести чистий, прозорий звук в правильному динамічному і частотному діапазоні з достатньою гучністю до всіх

слухацьких місць, зробити прослуховування музичних і мовних програм максимально комфортним, створити ефект присутності.

Як сказано вище за своїм функціональним призначенням зали, в яких встановлюються системи звукопідсилення, відрізняються один від одного. Наприклад, на дискотеках основна увага приділяється танцювальному майданчику, де необхідно створити рівномірне звукове поле над головами танцюючих, відтворити весь динамічний і частотний діапазон музичних програм. У ресторанах і нічних клубах системи звукопідсилення повинні володіти універсальністю. Вони повинні транслювати з незмінною якістю фонову, камерну, симфонічну, блюз, рок, диско і іншу музику, а також живі виступи музикантів. Такою ж універсальністю повинні володіти системи звукопідсилення і у концертних залах.

Вибір системи звукопідсилення слід починати з визначення завдання, для вирішення якого призначена та чи інша система. Якщо необхідно озвучувати *ділові презентації з великим скупченням людей*, то головна мета – донести звук однакової гучності (приблизно 85 dB) до кожного з присутніх незалежно від того, в якій точці залу він знаходиться.

Ресторанна музика. Люди приходять в ці заклади не тільки послухати музику, а й поспілкуватися один з одним. Рекомендований рівень гучності – приблизно 95 dB.

Невеликі колективи Для озвучування невеликих акустичних ансамблів і співаків підійде звукопідсилююча апаратура, що забезпечує рівень гучності близько 110 dB і дозволяє домогтися більш виразного звучання.

Музика в стилі рок. У даному випадку музикантам для досягнення високих значень рівня сигналу необхідна велика потужність звукопідсилюючої систем, що часом наближається до больового порогу (приблизно 130 dB). У звичайних умовах не рекомендується перевищувати рівень гучності 95 dB.

Класична музика. Для класичної музики величезне значення має динамічний діапазон, щоб розрізняти звуки в широкому динамічному діапазоні – від скрипкового соло, до потужного кресендо з литаврами. Звукопідсилююча система повинна витримувати 120 dB пікового навантаження,

Танцювальна музика. За вимогами, що пред'являються до звукопідсилювальної системи, танцювальна музика близька до рокової. Вона вимагає меншої гучності, але повинна бути більш локалізована і мати

акцентований бас Рекомендується підтримувати рівень гучності 95 dB, хоча на практиці він має тенденцію підвищуватися до 118 dB.

Демо визначення звуковому комплексу. *Звуковий комплекс* – набір звукотехнічних систем, що призначений для озвучування приміщень під час інформаційно-розважальних заходів. До складу звукового комплексу входять пристрої приймання та обробки звуку, мікшування, підсилення та відтворення цього звуку, а також лінії комутації та зв'язку. Всі ці функціональні елементи об'єднані в єдиний комплекс, що виконує наступні функції:

- приймання звукових хвиль джерел звуку;
- передача електричних сигналів приймачів звукових хвиль на входи мікшерних пультів;
- зведення всіх сигналів джерел у єдине, збалансоване звучання, що відбувається при застосуванні мікшерного пульту;
- підсилення скорегованого вихідного сигналу мікшерного пульту підсилювачами потужності та розподіл його по відтворюючим акустичним системам, що розташовані у озвучувальному приміщенні;
- перетворення підсилених вихідних сигналів мікшерного пульту у потужні звукові хвилі за допомогою відтворюючих акустичних систем;
- створення у озвучувальному приміщенні вторинного звукового поля випромінювачами акустичними систем.

Цими функціями повністю вичерпується призначення всіх комплексів незалежно від їх розмірів.

На рис. 6.3. представлена схематично загальна структура звукового комплексу. *Функціональні елементи звукового комплексу наступні:*

1. Мікшерний пульт (МП) – серце комплексу, приймає всі сигнали від джерел звуку, що розташовані на сцені та передає їх по комутації на підсилювачі і таке інше, також допомагає збалансувати звучання. МП бувають активні та пасивні. Також МП відрізняються по кількості вхідних та вихідних каналів (їх будову та різновиди будемо розглядати на наступній лекції) Вхідні канали мікшерного пульту, до складу кожного з яких входить пристрій найпростішої обробки звуку, регулятори рівня та тембру, а також коригуючі фільтри. Усі канали мікшерного пульту мають окремі повзункові чи обертальні регулятори рівня вихідного сигналу, якими виконується встановлення рівнів окремих звукових сигналів у загальному збалансованому звучанні. Вихідні канали мікшерного пульту,

регуляторами рівнів яких встановлюється рівень сигналу, змішаного у мікшерному пульта

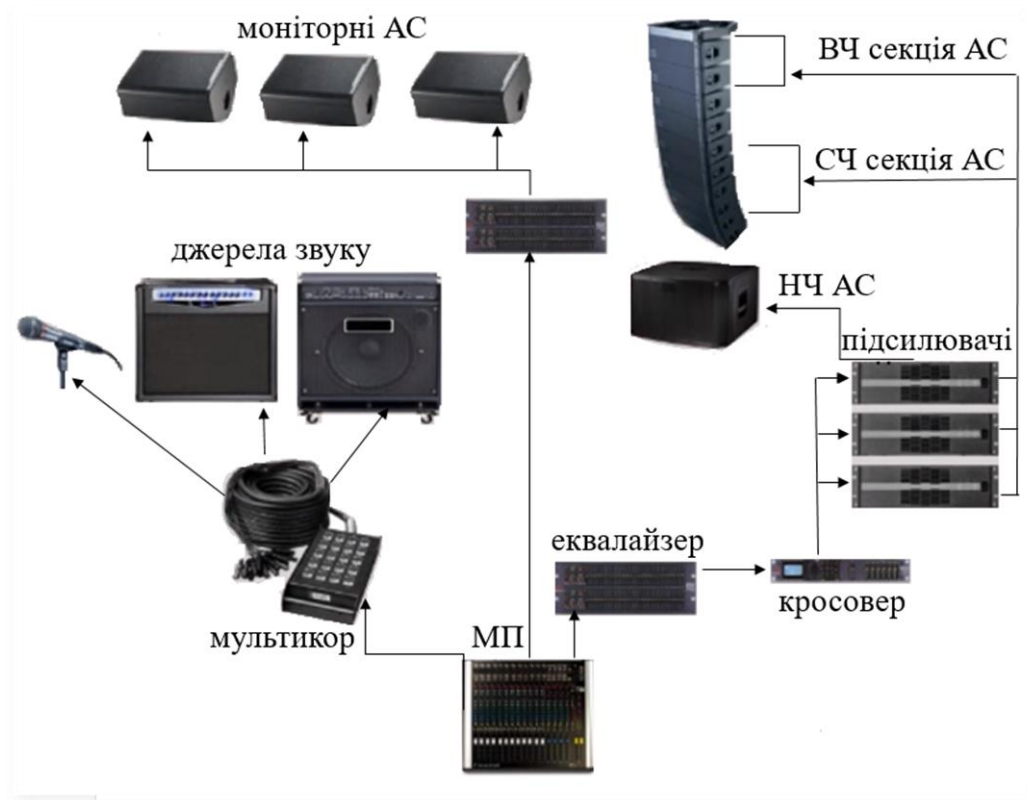


Рисунок 6.3 – Загальна структура звукового комплексу

2. Мультикор (лінк, коса, роздаточна коробка, стейдж-бокс) – поєднуюча ланка між сценою та пультом, дроти, що вкрито у його косу знаходяться у щільній ізолюванні оболонці. Мультикор – це кілька мікрофонних кабелів (кручених пар в екрані – симетричних ліній передачі сигналу) в одній загальній ізоляції. В основному по мультикору передаються зі сцени сигнали мікрофонного рівня і встановлені роз’єми XLR. Використання мультикору звільняє від необхідності прокладати велику кількість дротів. Відрізняються за кількістю вхідних та вихідних роз’ємів та довжиною самого проводу. До сценічного розподільного ящика мультикорного кабелю (StageBox) підключають всі джерела сигналу.

3. Наступні елементи – це всі ті джерела звуку, що розташовані на сцені, та мають або вихідний сигнал або підзвучуються мікрофоном. Всі ці джерела підключаються до мультикору та далі до МП.

4. Графічний еквалайзер – це багато діапазонний коректор АЧХ. Повний діапазон частот у якому працює еквалайзер визначається діапазоном частот що

чує людина. Чим більше смуг, тим краще можна налаштувати звук концертного комплексу.

5. Один з найважливіших елементів – кросовер, принцип дії – розподіл частот на декілька смуг (на НЧ та СЧ, наприклад). Кількість смуг може бути різною. Найпоширеніший вид – трисмугова (НЧ 20-200 Гц, 200 - 1000 Гц, ВЧ – 1000 - 6 кГц, 6-20 кГц). Кількість каналів, які має кросовер визначає кількість смуг поділу акустичної системи. Кросовер може бути виконаний окремим приладом, чи входити до складу процесору.

6. Підсилювачі потужності. На ці прилади приходить найбільше навантаження. Завдяки підсилювачам комплекс отримає свою потужність. Якість підсилювачів і відповідає за всю якість звукопідсилювального комплексу.

7. Акустична система (АС) – вона може бути ВЧ, НЧ, СЧ. АС бувають активні та пасивні. Як елемент лінійного масиву, можна послідовно поєднати всю акустичну систему у великий масив.

8. Моніторинг (контроль) – система призначена для створення у деякій частині озвучувального приміщення звукового поля для артистів та музикантів для контролю. Сигнал на моніторну лінію поступає від пульта через спеціальні вихідні канали. На кожну моніторну лінію під'єднується також еквалайзер (що не завжди обов'язково). Всі виробники акустичних систем окремо виготовляють моніторні системи, що можуть бути нахиленими так і вертикальними. Розташовуються на авансцені та безпосередньо на підлозі біля музикантів. Можна поєднувати у єдину ланку.

У ланцюг концертного комплексу також можна додати максимайзер, лімітер, ревербератор, компресор. Це все можна об'єднати у єдиний процесор ефектів.

Якщо масовий захід *відбувається у приміщенні* то тут має великий вплив тип розташування звукопідсилювальних систем. У залах використовується два види систем звукопідсилення: зосереджена і розподілена. При зосередженій системі гучномовці розташовані в одній частині залу, наприклад над естрадою або з боків порталу. Гучномовці виносяться вперед і вище по відношенню до мікрофона. При цьому форма залу і характер його обробки не повинні робити вирішального впливу на сприйняття мови або музики.

Зі збільшенням розмірів залу картина змінюється. Гучномовці, розташовані на великій відстані від глядачів, сприяють виникненню в залі

ревербераційного процесу, що впливає на розбірливість мови і сприйняття музики. Тут вже необхідно враховувати основні принципи проектування залів.

Розподілена система звукопідсилення може бути двох видів:

- гучномовці розташовані рівномірно на поверхнях залу;
- малопотужні гучномовці вмонтовані в спинки сидінь. Така система застосовується в залах великої місткості.

Розглянемо специфіку озвучування різних за розміром приміщень і опишемо звукопідсилювальні системи, які могли б використовуватися в них.

Умовно розділимо приміщення, що розглядаються в залежності від їх об'єму на три типи – маленькі з об'ємом до 300 м^3 , середні об'ємом до 900 м^3 та великі з об'ємом до 2700 м^3 .

Якщо потрібно озвучити *маленьке приміщення* з розмірами 10 м на 10 м і висотою 3 м (300 м^3), то для цього приміщення з усього різноманіття вироблених в світі акустичних систем бажано підібрати *двосмугову акустичну систему прямого випромінювання* з 12-дюймовим широкосмуговим динаміком і з кутами випромінювання по вертикалі 85° і горизонталі 25° . потужність системи повинна забезпечувати середній рівень звукового тиску близько 106 дБ, а в піку 116 дБ, тоді вокал і інструменти будуть звучати чисто і неперекручено.

Для підвищення кута розсіювання і звукового тиску можна використовувати більш потужні 3-смугові акустичні системи з 15-дюймовим низькочастотним динаміком і відповідний їм підсилювач потужності, що дозволяє досягти середнього рівня звукового тиску 116 дБ і 126 дБ на піку.

Для озвучування *середнього приміщення* розміром 13 м на 15 м і висотою 4,5 м можна, так само як і в маленькому приміщенні, потрібно використовувати широкосмугові акустичні системи, що забезпечують кути випромінювання по вертикалі 85° та 130° по горизонталі. При цьому потужність звукопідсилювальної системи повинна забезпечувати середній рівень звукового тиску 106 дБ і до 116 дБ на піку. Для досягнення більш високих рівнів звукового тиску (наприклад, середнього 116 і 126 дБ на піку) в даному приміщенні краще використовувати *двосмугову систему з активним поділом частот*. Ці системи мають ряд переваг перед системами описаними вище, а саме: можливість регулювання кута нахилу високочастотної секції акустичної системи під геометрію приміщення і направити більше енергії в високочастотному діапазоні на задню стіну приміщення, що дає більш однорідний рівень звукового тиску у всьому

приміщенні і підвищує прозорість звуку і розбірливість мови. Використання таких систем вимагає використання електронного кросовера.

Для озвучування *великих приміщень* розміром приблизно 15 м на 30 м і висотою 6 м (об'єм – 2700 м³) використовують *двопідсилювальну звукову систему*, для досягнення необхідного перекриття звуковим полем всіх слухацьких місць, досягнення необхідного рівня звукового тиску і якості звучання музичних і мовних програм.

У таких системах використовуються дві високочастотні секції «ближнього» і «далекого бою» (системи з вузькою діаграмою спрямованості) на одну сторону. Терміни «дальній бій», «ближній бій» характеризують, як далеко акустичні системи можуть донести чистий, зрозумілий звук. Це безпосередньо залежить від дисперсії.

Одна з високочастотних секцій має бути спрямована прямо на задню стіну для того, щоб заповнити звуковим полем задню частину приміщення. Інша високочастотна секція спрямована трохи вниз для того, щоб заповнити звуковим полем простір, між сценою і зоною, розташованій трохи далі середини залу.

Так само, як і в випадку із залами середнього розміру, при використанні двопідсилювальної системи у великому приміщенні необхідно збалансувати за рівнем високочастотні секції звукопідсилювального комплексу з низькочастотними. Більш точну настройку в різних точках залу краще проводити за допомогою третьоктавного аналізатора спектра, який покаже реальний баланс частот.

6.3 Типові конфігурації звукопідсилювального обладнання

Системи звукопідсилення можна комплектувати великою кількістю обладнання різних фірм, а сам процес звукопідсилення може бути різноманітним.

Звукопідсилення здійснюють та контролюють таким обладнанням, що зазначено у попередньому пункті, до того потрібно ще додати такі елементи: радіомікрофони, навушники, мікрофони та комутація.

Побудова системи звукопідсилення повинна враховувати умови експлуатації систем.

Мобільні звукопідсилювальні комплекси будують дещо по-іншому, ніж стаціонарні. Це пов'язано з модульним принципом побудови мобільних

комплексів, коли економічно доцільно мати велику кількість однотипних елементів.

Стаціонарний комплекс може мати велику кількість різних елементів системи, але склад звукопідсилювальних елементів не змінюється від вистави до вистави, а зміна архітектури системи відбувається за рахунок процесорів управління, гучномовців, та зміною конфігурації мікшерного пульта.

Розглянемо типову конфігурацію системи звукопідсилення для *проведення масових заходів* (рис.6.4).

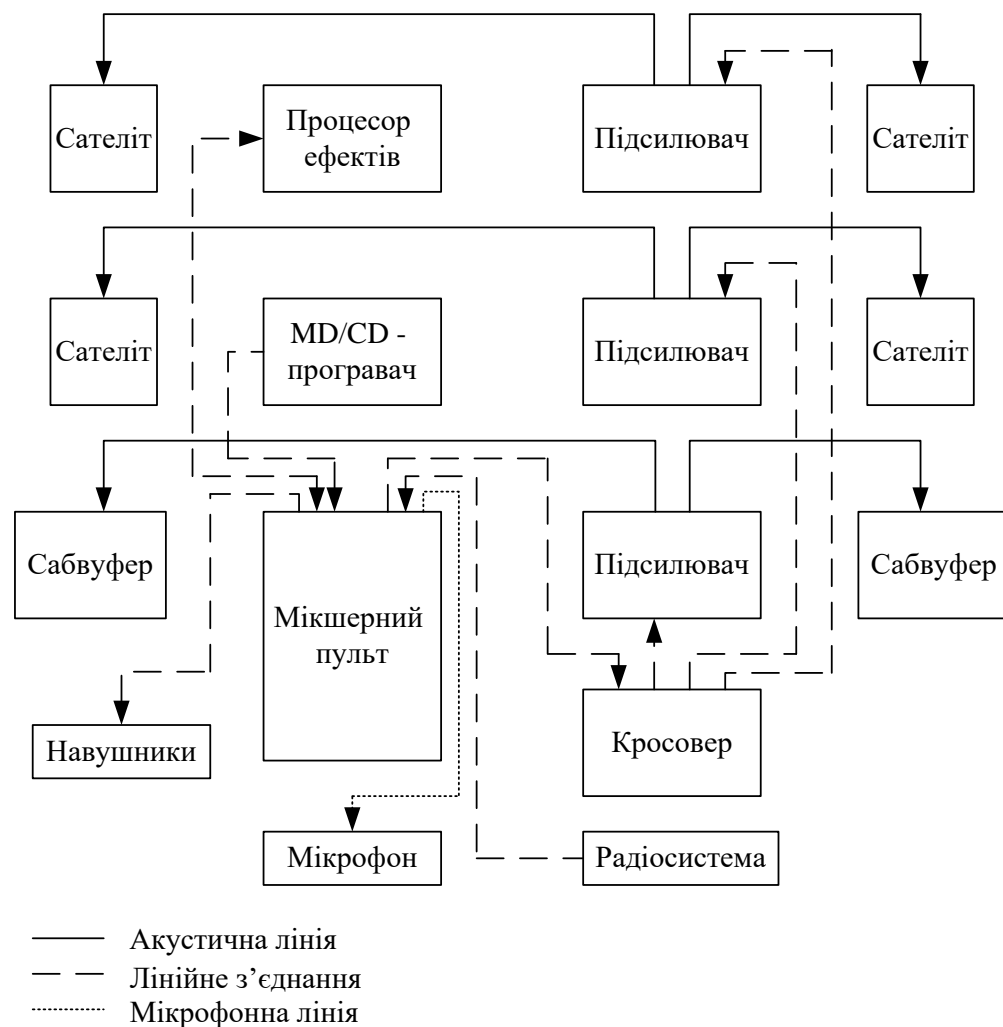


Рисунок 6.4 – Блок-схема типової конфігурації системи звукопідсилення для проведення масових заходів

До складу системи звукопідсилювального обладнання зазвичай входять акустичні системи (сателіти, сабуфер), процесор ефектів, MD/CD програвач, мікшерний пульт, підсилювачі та кросовери, мікрофони, навушники та радіосистема.

Сателіт (англ. Satellite) – компонент акустичної системи, що використовується в парі з сабвуфером для відтворення середнього і високочастотного діапазонів. Це звукова колонка невеликих розмірів (до 20 см у висоту). Сателіти як правило використовуються в парі з сабвуфером що дозволяє їм відтворювати частотний діапазон повністю. Системи сателітів з сабвуферами бувають декількох видів, найбільш популярні – «2.1», «5.1» і «7.1».

На схемі наведено комплекс обладнання для встановлення в театральних залах площею 300-500 м² для організації естрадно-концертних заходів, в тому числі, і живих виступів музикантів. Надійність обладнання має дозволяти комплексу працювати майже цілодобово.

Звукопідсилювальне обладнання для розважальних закладів, дискотек, клубів і т.п. (рис. 6.5).

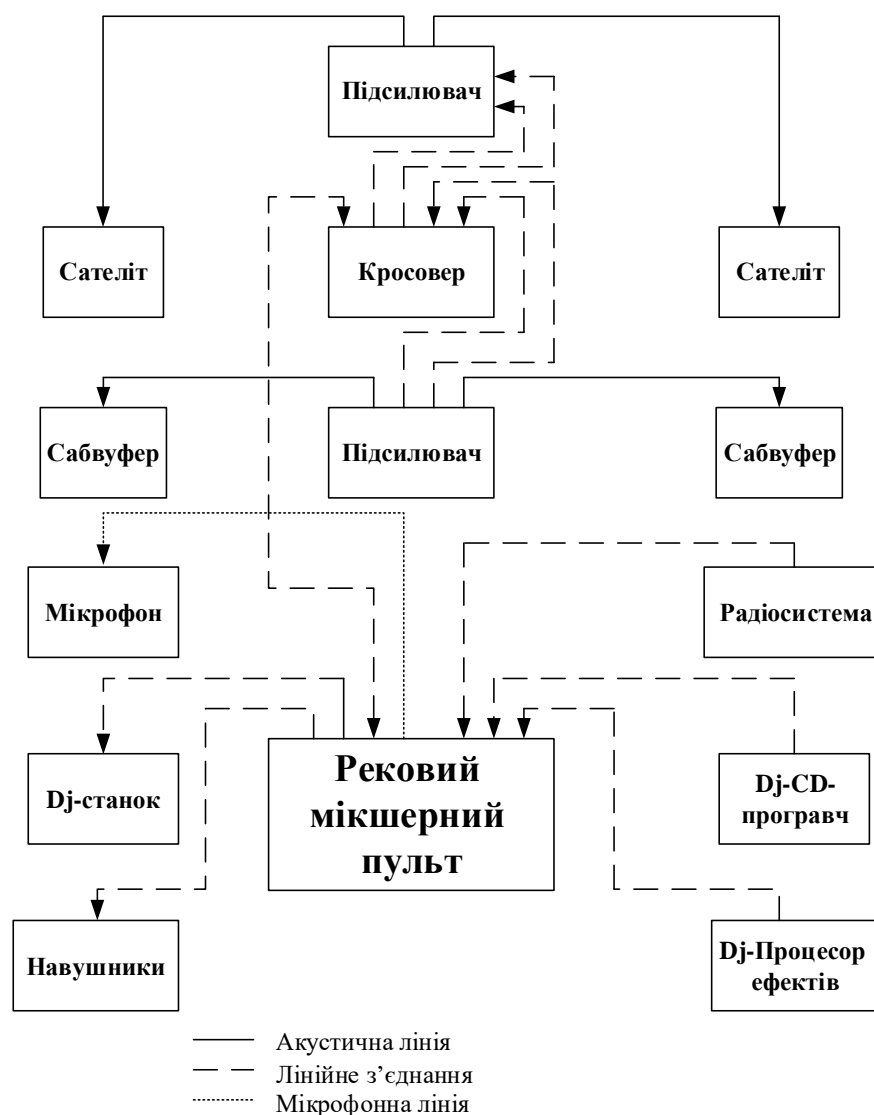


Рисунок 6.5 – Блок-схема типової конфігурації системи звукопідсилення для розважальних закладів, клубів, дискотек і т.ін.

На схемі рис. 6.5 зображено комплект обладнання для розважальних закладів, ресторанів, клубів, дискотек. Склад системи звукопідсилення оптимально підходить для танцмайданчику площею 50-100 м² з сумарною потужністю комплексу 1200 Вт. Центральний елемент системи – рековий мікшерий пульт, що встановлений в рекову стійку. До нього під’єднується DJ динамічний мікрофон і радіосистема. Робоче місце DJ обладнано професіональним DJ-станком, DJ-CD-програвачем, що підтримує формати audio CD та CD-RW, а також спеціалізованими процесором ефектів. Для прослуховування використовують закриті навушники.

Контрольні питання до лекції

1. Визначити необхідні технічні елементи для проведення інформаційно-розважальних заходів.
2. Зазначити особливості вибору систем звукопідсилення в залежності від категорії заходу. Навести середні рівні звукового тиску для типових випадків.
3. Визначити склад звукового комплексу для інформаційно-розважальних заходів.
4. Описати функціональні елементи звукового комплексу.
5. Описати вимоги до озвучення приміщень малого, середнього та великого розміру. Навести приклад типової інсталяції акустичних систем звукопідсилювального комплексу у зазначених приміщеннях.
6. Зобразити стандартну структуру звукового комплексу. Пояснити які функції виконує мультикор, сплітер, стейдж-бокс та інші функціональні елементи у складі звукового комплексу.
7. Навести приклад типової конфігурації систем звукопідсилення для проведення масових заходів. Виконати порівняння з звукопідсилювальним обладнанням для розважальних закладів, дискотек.

ТЕМА 7. ЗВУКОЗАПИСУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

7.1 Призначення та склад студій звукозапису

Студії звукового мастерингу можуть надавати весь комплекс послуг шоу-бізнесу. Основні послуги, що надаються студіями топ-класу: звукозапис треків, аранжування, саунд-продюсування проєктів; зведення; мастеринг, відновлення фонограм. Деякі послуги розглянемо окремо:

Запис. Це може бути запис не лише музичних композицій. Найчастіше професійні студії пропонують запис: голосових програм професійним диктором, з музичної підкладкою, або ж без неї; озвучення текстів, виготовлення голосових програм для ігор, мультимедіа, кінороликів із застосуванням систем синхронізації губ (Lip-Sync); виготовлення реклами для телерадіомовлення. Запис аудіокниг, запис інформаційних роликів (повідомлення у суспільних місцях) тощо.

Обробка (аранжування та зведення). Процес зведення музики досить трудомісткий, та враховує наступні аспекти: баланс гучності різних інструментів і голосів; розташування інструментів та голосів в просторі і змішування їх між собою в групі, створення для кожного з них відповідного акустичного середовища (обстановки); регулювання динамічного діапазону в залежності від призначення продукту; прозорість звучання – зведення треків, щоб кожен інструмент запису був помітний на слух і читався, не заглушаючи інші інструменти; обробка різноманітними звуковими ефектами як окремих інструментів, так і їх груп.

Мастеринг та відновлення фонограм. Для готових та зведених фонограм, якість яких є незадовільною з різних причин. В останні роки все ширше для мастерингу використовують спеціальне програмне забезпечення. Після запису окремих компонентів музичної програми звукорежисер зводить (перезаписує) багатотрекову фонограму на доріжки носія.

Ще один важливий аспект: зведення робиться з урахуванням того, куди надійде готовий продукт – буде він виданий на CD, викладений в Інтернеті або ж потрапить в ефір радіостанції, або в кінозал.

Інші послуги. До інших важливим послуг сучасних звукозаписних студій можна віднести виїзну роботу по запису концертів, конференцій, свят та ін.

Для всіх перелічених процесів студія повинна мати спеціалізоване обладнання.

Розвиток аудіотехніки вніс величезні зміни в процес звукозапису і, як наслідок, в апаратний комплекс самих студій. В даний час з'являються так звані проблемно-орієнтовані студії під певний напрям музики.

Окреме питання – це будівництво студії звукозапису, що починається з проектування, в основі якого лежить технічне завдання, в ньому вказують: чітке призначення, кількість виконавців, призначення суміжних приміщень, розташування самого приміщення, опис джерел шуму що поблизу.

Акустичне проектування студії включає в себе:

- 1) Планування студій або апаратних з подальшим визначення форми і геометричних розмірів приміщення;
- 2) Визначення оптимального часу реверберації;
- 3) Розміщення звукопоглинальних матеріалів.

В проект входить розрахунок звукоізоляції від зовнішніх шумів, а також розрахунок зниження рівня гучності шумів, які проникають через вентиляцію та кондиціонування. Завершується проект вибором необхідного обладнання.

До приміщень, де проводиться безпосередньо звукозапис і контроль записуваного матеріалу, є спеціальні вимоги: *звукоізоляція і звукопоглинання*.

Звукопоглинання досягається за рахунок кріплення спеціальних звукопоглинальних матеріалів на стіни і стелю (наприклад дифузор Skyline). Ці матеріали мають високий показник поглинання (гасіння) аудіохвиль по певним частотам, що сприяє видаленню луни (природної реверберації). Таким чином, матеріали вибираються для конкретних приміщень, де буде проводитися звукозапис конкретних інструментів.

Звукоізоляції домагаються за рахунок спеціальної конструкції стін студії. Їх утовщують і створюють по можливості кілька стін, розділяючи їх вузькими проміжками, в які засипається пісок або інші матеріали, здатні поглинути енергію звукової хвилі. Ці зміни дозволяють ізолювати студію як від шумів ззовні, так і в зворотному напрямку.

Технічні засоби, необхідні для підготовки та проведення звукозапису, розташовують у двох, зазвичай суміжних, об'єднаних оглядовим вікном, але

добре звукоізолюваних одне від одного приміщень – власне у студії та апаратній.

Будь-яку студію звукозапису можна поділити на три основні функціональні блоки (модулі): модуль *отримання сигналу* від джерела звуку (музичні інструменти, голоси, мікрофони), *модуль запису*, обробки та зведення фонограми і *модуль відтворення* (рис. 7.1).



Рисунок 7.1 - Обладнання для студій звукозапису

Перший модуль зазвичай представлений в так званій акустичній кімнаті-студії – окремому приміщенні, в якому під час запису знаходяться музиканти.

Залежно від розміру студій та їх професійної орієнтації таких кімнат може бути декілька, наприклад вокальна кімната, кімната для запису барабанів, приміщення для отримання особливих ефектів природної реверберації і т. ін. Основний прилад в першому модулі – мікрофон, що перетворює звукові коливання первинних джерел звуку в електричну напругу, а також гучномовець для режисерських команд та прослуховування виконавцями записаної програми та пульта диктора.

Другий модуль – це апаратна або контрольна кімната. У апаратній знаходяться мікшерний (звукорежисерський) пульт, пристрої для додаткової обробки сигналу (лінії затримки, ревербератори, еквайзери та інше обладнання). Перелічені пристрої обробки сигналу також можуть бути поєднані

у спеціалізованому програмному середовищі, що встановлено на персональний комп'ютер з професійною звуковою картою, на який записують остаточний продукт – багатоканальну фонограму. В самих простих варіантах студій (наприклад, домашніх) може бути відсутнім мікшерний пульт, так як в них зазвичай немає великої кількості джерел звуку.

Третій модуль – модуль відтворення –також знаходиться в апаратній, він складається з підсилювача потужності, а також вимірювачів рівня, контрольних гучномовців та багато іншого.

Отже: студія включає в себе кімнати звукоінженера, кімнати для запису, музичних інструментів, і в окремих випадках – кімнати прослуховування, іноді також виділяють окреме приміщення під апаратну, де може встановлюватися громіздка і гучна апаратура.

7.2 Обладнання студії звукозапису

Як видно з переліченого вище. Головним чином, обладнання студій звукозапису складається з пристроїв, здатних вловити звук (мікрофони, звукознімачі), обробити звук (мікшери, сигнальні процесори, компресори, комп'ютерні плагіни і.т.д.) записати звук (жорсткі диски, аналогові звукозаписні пристрої) і відтворити звук (студійні монітори, студійна акустика).

Почнемо з пристроїв першого типу, тобто з мікрофонів. Повну класифікацію і технічні особливості всіх мікрофонів розглядати не будемо, згадаємо лише основні технічні характеристики мікрофонів.

Мікрофон – приймач звуку та пристрій, що перетворює зміни звукового тиску у електричний струм. З курсу електроакустики відомо, що будь-який мікрофон можливо описати набором технічних параметрів, що дозволять судити про якість та, головне, придатність для різних використань.

Перша така характеристика – це *чутливість* ($mV/Па$) – характеризує здатність (ефективність) мікрофона перетворювати зміни звукового тиску в електричний струм. Визначається як електрорушійна сила при роботі мікрофона без навантаження чи як напруга, що створюється на стандартному опорі навантаження при дії на чутливий елемент мікрофона звукового тиску, рівного 1 Па. За одиницю чутливості приймають $E = 1mV/Па$.

Чутливість мікрофонів в залежності від їх конструкції може складати від 1-2 мВ/Па (динамічні мікрофони) до 10-15 мВ/Па (конденсаторні мікрофони).

Також чутливість залежить від частоти звукових коливань. Графік цієї залежності називають *частотною характеристикою мікрофона*.

Найважливіша характеристика роботи мікрофону, окрім якості його зборки, є звичайно його *діаграма спрямованості*. Спрямованість – здатність мікрофона реагувати на зміни звукового тиску щодо місця розташування джерела звуку в просторі. Ця здатність визначається конструкцією капсули, що є серцем будь-якого мікрофона.

Діаграму спрямованості графічно представляють у полярній системі координат. Будують їх таким чином: у якості опорної спрямованості (0-180°) використовують вісь мікрофону (фронтальне чи перпендикулярне до лицевої сторони мікрофона напрямлення). Вздовж лінії, що визначає конкретне напрямлення, відкладають відрізок, що пропорційний чутливості у цьому напрямленні.

Діаграми спрямованості бувають різними, але найбільш важливі з них три: кардіоїдна, кругова, та вісімка.

- Кругова – мікрофон з круговою спрямованістю чутливий до сигналів, що йдуть з усіх боків. Обладнання ловить сигнал незалежно від того, де знаходиться джерело сигналу (використовують у приміщеннях з хорошою акустикою)

- Кардіоїдна спрямованість – обладнання з такою спрямованістю практично нечутливе до звуку, що йде ззаду (використовують у студіях з недостатньою шумоізоляцією, запис вокалу одного виконавця)

- Вісімка – так називається діаграма спрямованості, при якій студійний мікрофон однаково чутливий до сигналів, що йдуть як спереду, так і ззаду. Також абсолютно не чутливий до звуку з боків (використовують якщо необхідно збільшити відносний рівень відбитих сигналів, для запису дуетів).

Абсолютна більшість мікрофонів, що використовують сьогодні в аудіоіндустрії відносяться до однієї з двох технологій, які отримали найбільш широке поширення – *динамічні і конденсаторні*. Існують і інші типи не такі поширені. У студіях звукозапису здебільшого використовують конденсаторні мікрофони.

Принцип роботи *динамічного мікрофона* заснований на фізичному законі електромагнітної індукції. У свою чергу динамічні мікрофони також можна поділити на: стрічкові та котушкові. У 20-30 роках минулого сторіччя стрічкові мікрофони були стандартними пристроями на радіо та у студіях звукозапису, але

після винаходу конденсаторних мікрофонів, стрічкові майже вийшли з використання здебільшого це пов'язано з їх недоліками: через малі значення вхідного опору при підсилюванні у корисний сигнал додається багато шумів, а також цей тип мікрофонів найбільш крихкий та чутливий до механічного впливу серед усіх.

Маса мембрани динамічного мікрофону набагато більша, ніж маса мембрани конденсаторного, через це у динамічного мікрофону менш точна передача звукового імпульсу та більш обмежений частотний діапазон.

Переваги:

1. висока перевантажувальна здатність, що дозволяє використовувати динамічні мікрофони для зняття гучних джерел звуку (наприклад, гітарного підсилювача) без ризику що-небудь в цьому мікрофоні пошкодити;
2. надійність і міцність конструкції – динамічні мікрофони набагато менше схильні до пошкодження при ударі, що робить обладнання такого типу більш придатними для використання на сцені, а також на виїзних заходах та на репетиціях без ризику пошкодження;
3. менша чутливість – менш схильний до сприйняття шумів і менш чутливий до виникнення зворотного зв'язку.

Недоліки:

1. звучання поступається конденсаторним в прозорості, чистоті та натуральності;
2. малий частотний діапазон (близько 50 Гц – 15 кГц);
3. поступаються в точності передачі тембру.

Рекомендоване використання у студії: для запису дуже голосних джерел звуку, таких як електрогітара, бас гітара, барабанні установки, для рок -, метал-вокалу, а також у студії, де відсутня відповідна звукоізоляція

Конденсаторний мікрофон – являє собою конденсатор, одна з обкладок якого складається з еластичного матеріалу. Вона при звукових коливаннях змінює ємність цього самого конденсатора. Якщо конденсатор заряджений, то зміна ємності призводить до зміни напруги, яке і є корисним сигналом з мікрофона. Для роботи такого обладнання між обкладинками повинна бути додана поляризуюча напруга (фантомне живлення в 48 В). Джерело живлення необхідно так само для забезпечення роботи підсилювача, встановленого практично у всіх конденсаторних мікрофонах.

Переваги:

1. більш широкий частотний діапазон;
2. наявність моделей будь-яких розмірів – бувають навіть найменші моделі;
3. більш прозоре і натуральне звучання – це відбувається завдяки найбільшій чутливості. Це найголовніша перевага конденсаторних мікрофонах.

Недоліки:

1. потребують додаткового живлення – зазвичай цю роль виконує фантомне живлення в 48 В. Це накладає істотне обмеження по широті використання;
2. дуже ламкі (крихкі);
3. чутливі до перепадів температур і вологості – це може привести до поломки або тимчасової непрацездатності обладнання.

Для фіксації мікрофону та запобігання дрижання при запису – використовують тримач, так званий «павук». Також для відсікання приголосних «б», «п» та захисту від впливу великого звукового тиску при записі вокалу застосовують поп-фільтри.

Пристрої контролю та обробки звукового сигналу (мікшери, сигнальні процесори, компресори, комп'ютерні плагіни і т.д.).

З пристроїв зняття звуку сигнал далі через попередній підсилювач надходить на *пристрої контролю і обробки*. Перед тим як перейти до пристрою контролю (мікшерному пульта) розглянемо які прилади знаходяться між МП та підсилювачами.

Основні прилади обробки їх два види:

- 1) «On board» («на борту», тобто всередині пульта мікшера)
- 2) «Out board» («за бортом», тобто прилади, що підключаються до пульта)

У сучасних цифрових пультах ці два поняття фактично об'єдналися. У свою чергу прилади зовнішньої обробки можна поділити на наступні типи:

- Прилади для динамічної обробки звуку: компресор, лімітер, експандер, і гейт (часто об'єднані у єдиний прилад, наприклад на рис. 7.2).

Компресор – прилад, що стискає динамічний діапазон сигналу. Послаблює гучність звуку, у випадку, якщо сигнал перевищив певний, заздалегідь встановлений рівень. (можуть бути лампові, транзисторні і цифрові)

Лімітер – пристрій, що не дозволяє сигналу перевищити встановлений рівень гучності, може бути реалізований за допомогою компресора.

Експандер – прилад, робота якого протилежна роботі компресора. Експандер розширює динамічний діапазон сигналу, за рахунок зменшення гучності найтихіших звуків (фонових шумів) в вихідному сигналі.

Гейт – пристрій здатний обрізати сигнал нижче встановленого порогу. Застосовується для усунення шумів в паузах між корисними сигналами. Гейт, здатний обрізати «хвіст» сигналу, що зробить звучання більш чітким.



Рисунок 7. 2 – Професійний студійний 2-х каналний компресор / лімітер / гейт
Drawmer DL241 XLR EX

- Прилади частотної обробки сигналу, до них відносять:

Графічний еквалайзер – прилад, що дозволяє змінювати АЧХ сигналів в межах жорстко зафіксованих (по центральній частоті і добротності) частотних смуг. Зазвичай використовуються 31-смугові еквалайзери (або іншими словами третьоктавні еквалайзери). Основне призначення пристрою – корекція АЧХ акустичних систем і боротьба з акустичним зворотним зв'язком.

Параметричний еквалайзер – найпоширеніший прилад частотної обробки звуку, що дозволяє вибрати смугу частот, і в цьому частотному діапазоні, послаблювати або посилювати сигнал.

Графічний еквалайзер та параметричний еквалайзер можуть бути вбудовані у звукові процесори ефектів, наприклад на рис. 7.3 DBX DriveRack 4800 має вбудований 31-смуговий графічний та 9-смуговий параметричний еквалайзер на кожен вхід.



Рисунок 7. 3 – Процесор ефектів DBX DriveRack 4800 з вбудованими графічним та параметричним еквалайзером

- Прилади модуляційної обробки сигналу:

Хорус – досить поширений прилад модуляційної обробки, принцип якого базується на змінній часовій затримці сигналу. Хорус створює ефект звучання декількох інструментів, коли звучить тільки один.

Фленджер – пристрій, що працює подібно до хорусу, але з невеликою різницею, яка полягає в застосуванні зворотного зв'язку, і появі додаткових резонансних частот.

Приклад процесор ефектів для створення модуляційних ефектів(гітарний) наведений на рис. 7.4.



Рисунок 7. 4 – Процесор ефектів Eventide ModFactor (27 модуляційних ефектів)

- Прилади часової обробки звуку:

Ділей – пристрій з ефектом відлуння, з можливістю регулювання невеликою затримкою.

Ревербератор – часто використовуваний прилад, суть якого полягає в ослабленні сигналу при багаторазовому відбитті цього сигналу від перешкод, з досягненням ефекту об'ємного звучання. Ревербератор дозволяє імітувати (або моделювати) реальні ревербераційні процеси, які відбуваються в приміщеннях різного розміру. А також Ефекти гір, великого концертного залу, ефект звучання під водою і т.д. Наприклад MX200 в 1U рековому виконанні (рис. 7.4) – це подвійний ревербератор/процесор ефектів, сконструйований як для концертного,

так і для студійного використання. MX200 використовує потужні алгоритми ревербераторів і ефектів, а також відрізняються простотою використання.



Рисунок 7. 5 – Ревербератор Lexicon MX 200

У сучасних студіях всі перелічені прилади об'єднані єдиним процесором ефектів (цифровий процесор-контролер) або комп'ютерними плагінами у цифровій звуковій робочій станції (ЦЗРС) на базі персонального комп'ютера (DAW – digital audio workstation).

Цифрова звукова робоча станція (англ. Digital audio workstation) – програмне забезпечення, встановлене на комп'ютер, що використовується для запису, обробки, та зведення музики. На сьогоднішній день найбільшою популярністю користуються наступні ЦЗРС: Image-Line FL Studio; Steinberg Cubase; Apple Logic Pro X; Avid Pro Tools.

Мікшерний пульт

Мікшерні пульти (МП) бувають: діджейські, концертні, студійні, для радіомовлення та ін. Будь-яка область діяльності має свої особливості, тому вибір мікшерного пульта необхідно проводити виходячи з області його використання. Для студійної роботи важливим є якість звуку і можливість збереження налаштувань для подальшого використання.

Функції мікшерного пульта – підсилення сигналів звукової частоти, регулювання, обробка та змішування у необхідних співвідношеннях сигналів від різних джерел.

Схеми МП різних типів в окремих деталях можуть відрізнятися одна від одної, це залежить від спеціалізації та конструктивного рішення, однак всі вони мають спільні риси. З точки зору технічної реалізації пульти бувають аналоговими і цифровими.

Цифрові, в свою чергу можна розділити на програмні (software) і фізичні (hardware). Останній поділ є дещо умовним, оскільки в обох випадках пристрій

побудований на використанні одного або декількох процесорів і програмного забезпечення, різниця полягає лише в тому, що програмний мікшер використовує стандартний комп'ютер зі звичайними для комп'ютерних програм методами управління (мишею і клавіатурою), а фізичний – спеціалізовані процесори з органами управління, більш схожими на органи управління аналогових пультів. Можливо також і використання різного типу контролерів, що мають фізичні регулятори, для управління програмними пультами. Існують і гібридні рішення – це аналогові пульти з цифровим управлінням.

Основні характеристики мікшерного пульта

Кількість каналів – характеристика, що показує максимальну кількість каналів пульта мікшера. Варто врахувати, що стерео входи – 2 канали, тобто 12-канальний мікшер може мати 12 моно, або 8 моно і 2 стерео, або 4 моно і 4 стерео входу. В основному використовуються монофонічні входи. Для клавішного інструмента можна використовувати або 2 канали моно, або 1 канал стерео.

Види входів каналів. Мікшерні пульти в основному мають мікрофонні входи (XLR-роз'єм) і лінійні входи (1/4" джек). Входи бувають балансними або небалансними. Балансні входи дозволяють зменшити рівень перешкод, тому більшість мікшерів оснащені саме ними.

Регулювання. встановлені в канали звичайні 3-х смугові еквайзери або 3-х смугові еквайзери з напівпараметричною серединою. дає можливість зробити більш тонку корекцію сигналу в середніх частотах. Професійні мікшерні пульти мають можливість здійснювати перебудову частот і управляти шириною смуг пропускання завдяки використанню параметричних еквайзерів.

Число можливих мікшованих звукових сигналів визначається числом каналів пульта. Не слід плутати число каналів і число входів пульта, кожен з каналів може мати кілька входів для різних джерел, але працювати в один момент часу може тільки одним з цих входів. Канали пульта можуть бути монофонічними і стереофонічними.

Елементи управління мікшерного пульта (див рис. 7.6):

Кожен канал складається з:

- мікрофонного входу – балансний XLR-вхід (мікрофон, комбо).
- лінійного входу – джек 1/4" (мікрофон, інструментальний шнур і ін.).
- розриву, що виконує функцію напрямку сигналу на зовнішній пристрій обробки і його прийом від цього пристрою назад.

- еквайзера, який використовується для частотної корекції сигналу.
- обробки, яка дозволяє підмішати в каналний сигнал (на відміну від розриву, коли в канал повертається весь оброблений сигнал) оброблений сигнал від зовнішнього пристрою обробки або внутрішнього процесора ефектів. За допомогою кнопки pre/post (до/після) дає можливість підмішувати сигнал обробки до або після фейдера (регулятора рівня сигналу каналу). Якщо вибрати режим post, регулювання рівня сигналу каналу не буде впливати на результуючий сигнал каналу. Вибір режиму pre означає, що регулювання рівня сигналу каналу буде впливати на сигнал каналу.

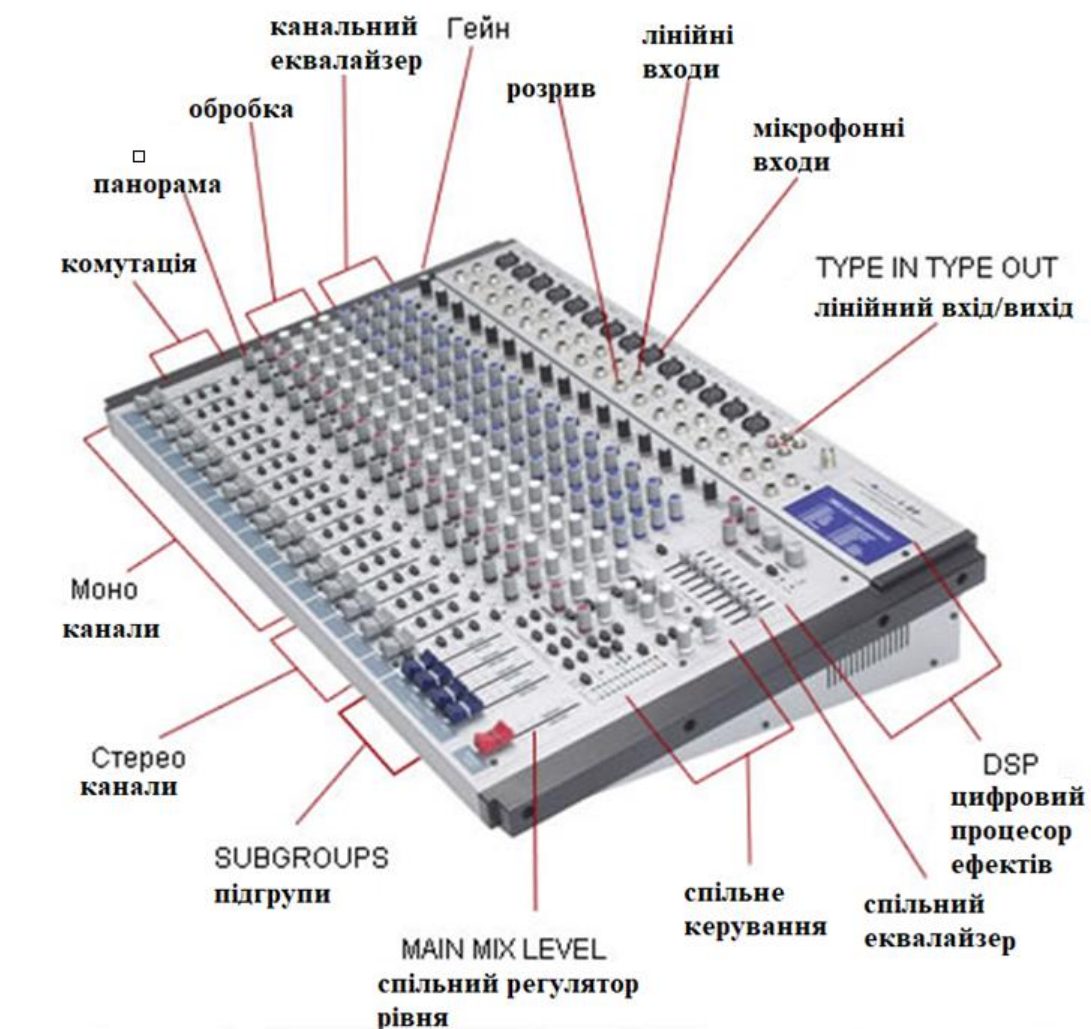


Рисунок 7. 6 – Інтерфейс мікшерного пульта

- панорами, яка управляє рівнем сигналу, що направляється в загальні лівий і правий канали.

- комутації. За допомогою кнопок задається активність і маршрут сигналу: Mute – увімкнути канал, SUB N – направити сигнал в підгрупу N, MAIN L-R – направити сигнал в майстер секцію, SOLO – включити сольне відтворення каналу- регулятора рівня (фейдера), який визначає рівень сигналу каналу.

- підгрупи дають можливість об'єднати канали в групи для спільного управління ними. Наприклад, на ударну установку було виділено 5 каналів. Щоб приглушити звучання всієї барабанної установки, потрібно буде одночасно перемістити 5 фейдерів цих каналів. Щоб спростити цей процес, можна направити сигнали цих каналів в якусь підгрупу, і таким чином змінити рівень звучання всієї ударної установки можна буде, перемістивши лише один фейдер даної підгрупи.

- загальне керування. Ця секція зібрала елементи управління сумарним сигналом, контролю сигналів (вихід на навушники і монітори), комутація сигналів від зовнішніх пристроїв обробки сигналів, зовнішнього джерела сигналу (CD-програвач і ін.).

У разі стереофонічного каналу пульта, панорамний регулятор замінюється регулятором балансу, який змінює співвідношення рівнів правого і лівого каналів джерела, що не зміщуючи їх по панорамі.

Стереофонічні канали аналогових пультів зазвичай мають кілька більш спрощену структуру – в них відсутні мікрофонні входи, часто використовуються більш прості еквалайзери, а всі інші елементи повторюють пристрій монофонічного каналу.

Крім групових і мастершіни в пультах існують додаткові шини AUX. Їх відмінність від описаних вище полягає в тому, що рівень сигналу, що віддається на шину з каналу, визначається спеціальним регулятором AUX в каналі пульта. Кількість таких регуляторів в каналі зазвичай дорівнює числу додаткових шин AUX, в аналогових пультах від чотирьох до 12 регуляторів і шин. Шини AUX в студійних пультах, в свою чергу, можуть бути монофонічними, стереофонічними і багатоканальними. Як правило, додаткові шини AUX використовуються для двох цілей – підключення до їх виходів пристроїв обробки сигналу і створення допоміжного міксу з альтернативним балансом для моніторингу виконавцем. Ці два завдання вимагають різних режимів роботи регуляторів AUX каналу.

У якості *прикладу* розглянемо мікшерний пульт Yamaha M7CL-48. (рис. 7.7). Yamaha M7CL-48 – це повністю цифровий мікшерний пульт, в якому

використовуються сучасні цифрові технології. Консоль МП забезпечує 48 монофонічних каналів (input), і чотири стерео канали. С точки зору вихідних каналів, консоль забезпечує 16 каналів мікшування (mix), вісім матричних каналів (matrix), один стерео канал (stereo), і один моно канал (mono). Також підтримується трьохканальний вихід L/C/R з використанням каналів стерео/моно. Для всіх часто використовуваних каналів, а також для стерео / моно каналів є спеціалізовані каналні осередки з фейдерами, кнопками призначень (cue) і включення / вимикання (on / off).



Рисунок 7. 7 – Цифровий мікшерний пульт YAMAHA M7CL-48

Секція роботи з вибраними каналами, розташована зліва від дисплею, дозволяє за допомогою ручок управляти основними параметрами (коефіцієнт посилення, еквалізація, поріг спрацьовування алгоритму динамічної обробки, рівні посилення на шини і т.д.) певного каналу. Ця секція практично ідентична таким же на аналогових мікшерах. У центрі верхньої панелі розташована недавно розроблена секція Centralogic, яка дозволяє управляти вісьмома каналами відразу. управляти фейдерами, призначеннями і включенням/виключенням цих восьми каналів або DCA-груп, призначених на цю секцію, можна натисканням на одну єдину кнопку.

В консолі застосовується сенсорний дисплей. З його допомогою можна вмикати/вимикати функції або вибирати елементи простим дотиком віртуальних кнопок або ручок. Налаштування параметрів мікшування, включаючи коефіцієнт сумарного посилення і фантомне живлення для входних каналів, можуть бути збережені як «сцени» і відновлені з пам'яті.

Всі фейдери – моторизовані, так що при виклику сцен попередні місця розташування фейдера негайно відновлюються. Ефекти типу реверберації, затримки, багатосмугової компресії і різних ефектів модуляції можуть бути спрямовані через внутрішні шини або призначені в розрив певного каналу.

31-смуговий графічний еквайзер (GEQ) і алгоритм еквалізації Flex15GEQ також можуть бути призначені в розрив будь-якого каналу або виходів. Щоб використовувати ефекти або графічний еквайзер, їх потрібно встановити в віртуальні реки, які відображаються на сенсорному дисплеї. Призначені модулі тут же стають видимими, і їх можна відключати або змінювати призначення на входи-виходи.

З метою каскадної комутації в цифровому форматі через додаткову цифрову плату введення-виведення (встановлюється в слот) до консолі можуть бути підключені ще один M7CL або подібний цифровий мікшер (наприклад, Yamaha PM5D). Технічні характеристики Yamaha M7CL-48:

частота дискретизації від 44.1 кГц (-10%) до 48 кГц (+6%), затримка сигналу менше 2,5 мс з входу input на вихід omni out (при $F_s = 48$ кГц);

фейдери 100 мм, моторизовані 62 (46);

роздільна здатність фейдера від +10 до -138 дБ (1024 кроки/100 мм);

максимальне посилення 86 дБ з входів input 1-48 на вихід OMNI OUT;

перехресні спотворення (на 1 кГц) -80 дБ;

габарити (Ш x В x Г): 1274x286x701 мм, вага: 50 кг;

електроживлення: 300 Вт, 110-240 В, 50-60 Гц.

7.3 Комплексні рішення для обладнання типових студій звукозапису

Спершу розглянемо типову конфігурацію професійної звукозаписувальної студії (рис. 7.8). Така цифрова студія звукозапису побудована на професійному обладнанні (наприклад перелік у табл. 7.1).

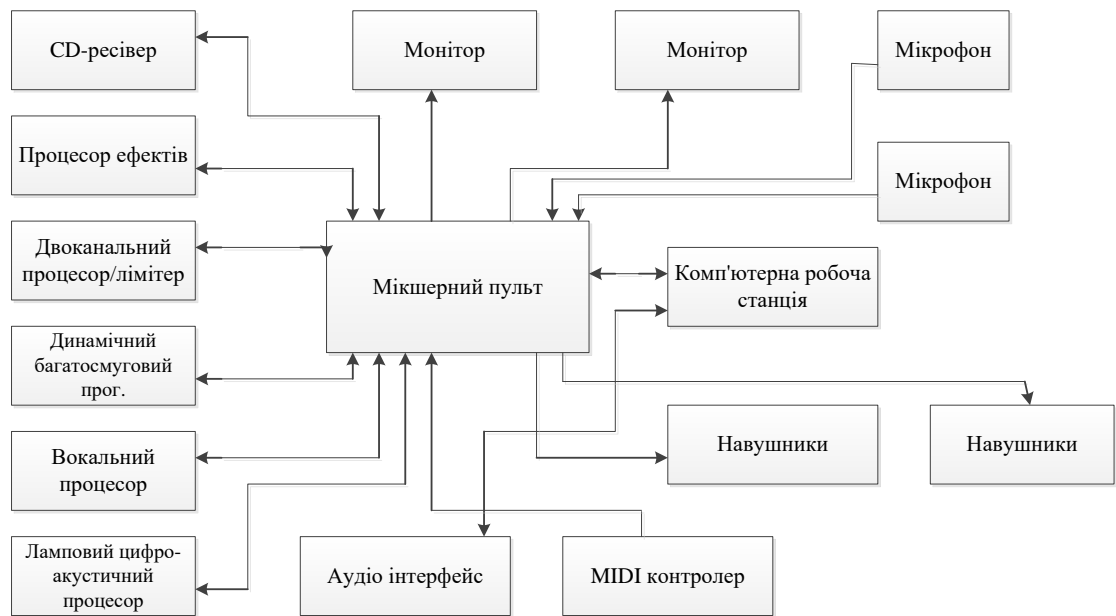


Рисунок 7. 8 – Блок-схема типової конфігурації професійної студії звукозапису

Інтерфейс MOTU S96HD FireWire підключається до комп'ютерної робочої станції на базі процесора Pentium через протокол FireWire IEEE 1394 і є основною системою введення/виведення звукових даних. Можна одночасно записувати до 16 аудіотреків, 8 аналогових входів/виходів, цифрові входи/виходи, підтримуються формати: ADAT S-MUX, S/PDIF, AES/EBU. Обладнаний 8 якісними мікрофонними підсилювачами. Мікшерний пультик Tascam DM-3200 використовують як контролер для керування віртуальним секвенсором робочої станції, з можливістю зберігання до 128 сцен статичної автоматизації. Може керуватись окремо через комп'ютер. Мікрофони Neumann TLM 103 та Sennheiser MKH 20P з кардіоїдою спрямованістю забезпечують можливість запису вокалу і музики.

В процесі запису використовується процесор-лімітер DBX 162 EL-EU, який робить динаміку запису треку більш насиченою і керованою. Крім того в студії можна виконувати MIDI аранжування на базі віртуальних синтезаторів, а також за допомогою MIDI клавіатури Behringer U-Control UMX 61, для зведення можна використовувати процесори TC Electronic M-2000 для створення затримки і реверберації, для обробки вокальних партій TC Helicon Voice Works. На стадії фінальної підготовки можна використати процесор TC Electronic Finilizer 96k, ламповий психоакустичний процесор SPL Corizmas. Для акустичного моніторингу використовують системи Dynaudio Acoustics BM60 з лінійною АЧХ, навушники Sennheiser EH350 для музикантів, HD280PRO для режисерів.

Таблиця 7.1 – перелік обладнання професійної студії звукозапису

№ п/п	Найменування обладнання	Модель
1	CD рекордер	Tascam CD-RW 900
2	Процесор ефектів	T.C.Electronic m2000
3	Двоканальний компресор/лімітер	DBX 162 SL -EU
4	Динамічний багатосмуговий процесор	T.C.Electronic finilizer 96k
5	Вокальний процесор	TC-helicon voice works
6	Двоканальний ламповий процесор	Spl carisma 2 9733
7	Audio інтерфейс	Motu 896 HD firewire
8	Монітори (2 шт.)	Dynaudio BM60
9	Мікшерний пулт	Tascam DM-3200
10	USB/MIDI Контролер	Behringer u-control UMX 61
11	Мікрофон	Neumann TLM 103
12	Мікрофон	Sennheiser MKH 20 p48
13	Навушники	Sennheiser LH 350
14	Навушники	Sennheiser HD 280 pro
15	Комп'ютерна робоча станція	PIV

Бюджетні студії для дому можуть бути побудовані з використання професійного обладнання, яке дає можливість здійснювати багатоканальний запис вокальних партій та інструментів, а також проводити MIDI аранжування (рис. 7.9).

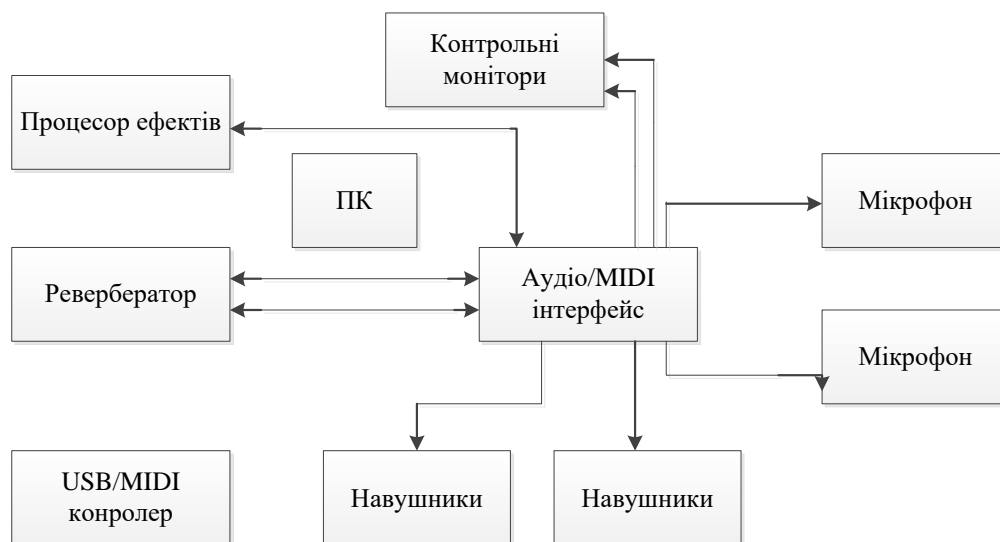


Рисунок 7.9 – Типова конфігурації домашньої студії звукозапису

Таблиця 7.2 – перелік обладнання домашньої студії звукозапису

Найменування	Модель
Контрольні монітори	Behringer MS40
Процесор ефектів	Behringer Minifex800
Ревербератор	Behringer r-verb Pro rev2496
USB/MIDI контролер	Behringer VHX-V control
Навушники (2шт.)	
Мікрофони (2шт.)	Behringer condencor microphone B2-PRO, B5
Аудіо/MIDI інтерфейс	Behringer B-Control Audio BCA 2000
Персональний комп'ютер	

Персональний комп'ютер і встановлене в ньому спеціальне програмне забезпечення дає можливість запису аудіо в режимі мультитрек, обробки записаного матеріалу VST приладами, процесором ефектів, ревербератором, а також зведення, попередній мастеринг і випуск CD. Студійні монітори і навушники дозволяють детально контролювати записаний мастер, який відтворюється з персонального комп'ютера через багатоканальний MIDI інтерфейс. Запис вокалу та інструментальних партій здійснюється мікрофонами Behringer condencor microphone B2-PRO (діаграма спрямованості кардіоїда, вісімка, ненаправлений), а також мікрофона Behringer B5 (діаграма спрямованості - кардіоїда) для запису живих інструментів. Для виконання MIDI аранжування використовується USB/MIDI контролер.

Контрольні питання до лекції

1. Навести приклад типової конфігурації систем звукопідсилення для проведення масових заходів. Виконати порівняння з звукопідсилювальним обладнанням для розважальних закладів, дискотек, клубів і т.д.
2. Визначити особливості та етапи акустичного проектування студій звукового мастерингу. Навести склад обладнання, що використовується у студії та у апаратній.
3. Описати будову та технічні характеристики мікрофонів, що використовуються у студіях звукового мастерингу. Пояснити особливості та відмінності використання мікрофонів в залежності від їх типу та характеристик.

4. Визначити склад пристроїв контролю та обробки звукового сигналу у студіях звукового мастерингу.
5. Описати функції мікшерного пульта. Навести типову блок-схему студійного мікшерного пульта. Проаналізувати особливості підключення пульта і узгодження обладнання в студії.
6. Описати основні технічні характеристики мікшерних пультів. Зазначити елементи керування мікшерного пульта. Навести типову структуру монофонічного каналу мікшерного пульта
7. Визначити типові конфігурації студій звукового мастерингу. Описати технічне забезпечення сучасних студій звукового мастерингу (на прикладі професійної та домашньої студії звукозапису).

ТЕМА 8 ОСВІТЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЗАХОДІВ

Невід'ємною частиною інформаційно-розважальних заходів є світло що не дивно, адже 80% навколишнього світу ми сприймаємо саме візуально. Також експериментально було виявлено, що зі зниженням чутливості очей, викликає зниження чутливості вуха до звуку. Зорові і слухові нейронні дуги анатомічно тісно переплетені (так званий вароліїв вузол гіпоталамусу). Очевидно, що між сприйняттям кольору (світла) і звуку існує певний зв'язок.

8.1 Види і застосування освітлювального обладнання

Область науки, що займається вивченням питань генерування, просторового перерозподілу, вимірювання параметрів, перетворення і використання оптичного випромінювання є світлотехніка. Фахівці світлотехнічної галузі займаються конструкторською і технологічною розробкою джерел випромінювання, систем управління ними, освітлювальних і світлосигнальних приладів і установок; виконують нормування, проектування, монтаж та експлуатацію світлотехнічних установок.

Для довідки згадаємо певні величини та їх значення, що пов'язані з освітлювальними пристроями.

Освітленість – це фізична величина, що характеризує освітлення поверхні, що створюється світловим потоком, падаючим на цю поверхню. Одиницею вимірювання освітленості в системі СІ служить люкс (1 люкс = 1 люмен на квадратний метр), в СГС – фот (один фот дорівнює 10000 люксів).

Для порівняння – значення величини освітлення для типових випадків: освітлення сонячними променями опівдні 100 000 люкс; при кінозйомки в студії 10 000 люкс; на відкритому місці в похмурий день 1000 люкс; у світлій кімнаті поблизу вікна 100 люкс; на робочому столі для тонких робіт 100-200 люкс; необхідна для читання 30-50 люкс; на екрані кінотеатру 85-120 люкс; від повного місяця 0,2 люкс; від нічного неба в безмісячну ніч 0,0003 люкс.

Як і на великій сцені, так і в маленькому нічному клубі обов'язково повинно бути кілька видів світла. Світлове обладнання відносно компактне, мобільне, займає мало місця, крім того багато окремих видів кріпиться на стіни, стелю без складної інсталяції.

Важливо розуміти той факт, що світло – це не окрема частина, а складова величезного комплексу. В основному, вся система складається з ламп або світлодіодів, стійок, на які вони кріпляться, і приладу управління. Технічні параметри залежать від поставлених завдань перед освітлювальною системою, до того ж, щорічно вимоги до освітлення змінюються, виникають нові технології, які створюють динаміку світлових ефектів. Без професійного світлоустаткування важко уявити сучасні концерти, виступи або шоу-програми, в яких використовуються додаткові спецефекти.

Світлообладнання включають в себе світлодіодні ефекти, лампи, дзеркальні кулі, прожектори, світлові ефекти і багато іншого. Їх використовують у багатьох сферах. Наприклад, на концерті класичної музики важливо встановити просто хороший відтінок освітлення і забезпечити належне функціонування на проміжку всього виступу. Якщо виступає рок-група, то зазвичай запрошують фахівця, який підбирає предмети світлового обладнання і займається управлінням світлових ефектів, виділяючи основні моменти в поєднанні з ритмом музики.

Отже, зрозуміло що розгляд світлового обладнання є актуальною задачею при ознайомленні з технічними засобами для інформаційно-розважальних заходів. Спочатку дамо класифікацію існуючим типам світлового обладнання.

Типи світлового обладнання виділяють в залежності від:

- Розподілу по переміщенню променю в просторі: прилади статичного і динамічного світла.
- Розподілу по ширині променю на освітленому об'єкті: прилади точкового і заливного світла.
- Розподілу за типом джерела світла: галогенові (розжарювання) і металогалогенові (газорозрядні) прилади, на світлодіодах.
- Розподілу по виконуваних функціях: прилади основного і допоміжного (ефектного) світла

Розподіл по переміщенню променю в просторі:

Їх можна розбити на 2 групи: статичні і динамічні. Розподіл відносний, тому що іноді прилад може переходити з групи в групу.

Статичні прилади. Під цим терміном мається на увазі будь-яке джерело світла, що не володіє можливістю управління переміщенням променю в

просторі. На рисунках 8.1 та 8.2 представлені приклади статичних приладів з назвою моделі та виробника приладу. До статичних приладів відносять:



Рисунок 8.1 – Статичні освітлювальні прилади (прожектори, колорченжери)

1. Різноманітні прожектори: заливного світла, з профілюванням променю, з плоско-опуклими лінзами, з лінзами Френеля, з кашетируючими шторками (рис. 8.1 а, в, г, д). Вони оснащуються різними лампами: галогенними, газорозрядними, УФ-лампами, LED-джерелами світла.

Окремий тип приладу PAR (рис. 8.1 б, д, е) (від англ. Parabolic aluminized reflector, параболічний алюмінієвий рефлексор або «парблайзер») – безлінзовий прожектор в алюмінієвому корпусі з нерегульованим кутом світлового потоку, який використовує в якості джерела світла лампу – фару (джерело світла, що конструктивно нагадує автомобільну фару і поєднує в одному корпусі галогенову лампу, відбивач і скляний розсіювач).

2. Колорчейнджер, або інтелектуальний прожектор з системою змішування кольорів. Це один з перерахованих прожекторів на лампі або діодах з системою зміни світлофільтру (рис. 8.1 в, е). При цьому прилад керується по DMX, змінюватися може яскравість променю, апертура, колір світлофільтру, іноді ставлять механічні заслінки для стробування.

Колорченджер, можна розглядати, як окремий випадок спрямованого лінзового приладу, з великими можливостями. Основні характеристики:

потужність, тип лампи, наявність або відсутність плавного затемнення (дімера), стробування, кількість і тип гобо, спосіб зміни кольору, керуваність по DMX512. Додаткові характеристики: обертання гобо, наявність внутрішніх призм і додаткових стекол.



Рисунок 8.2 – Статичні освітлювальні прилади (стробоскопи, бліндери)

3. Стробоскопи (рис. 8.2 а). Стробоскопічний ефект відомий досить давно. Дія стробоскопічного приладу (стробоскопа) заснована на особливостях сприйняття зором людини руху предмета при спалахах джерела світла. При цьому в разі збігу частоти спалахів світла з частотою руху обертального предмета для людини-спостерігача предмет здається нерухомим. Існує кілька видів стробоскопів. Наприклад, ще в минулому столітті для регулювання швидкості обертання диска програвача грамплатівок використовувався стробоскоп з газорозрядної лампою.

За своєю конструкцією стробоскопи поділяються на: оптико-механічні, електронно-оптичні; осцилографічні; електронні.

У оптико-механічних стробоскопах (тахометрах) в якості переривника світла використовуються диски зі щілинами. У оптико-електронних стробоскопах використовуються затвори світла, робота яких заснована на різних оптико-електронних ефектах. Осцилографічні стробоскопи призначені для різних досліджень електронних ланцюгів.

Найбільш поширеними є електронні стробоскопи. Такий стробоскоп складається з електронної схеми, що представляє із себе імпульсний генератор з регульованою частотою імпульсів, і джерела світла. Стробоскопи для дискотек дозволяють створити в приміщенні переривчасте освітлення, яке як би зупиняє рухомі предмети. Ці пристрої дозволяють реалізувати в залі або на сцені різні спецефекти. Джерелом світла в них служить або газорозрядна імпульсна лампа, або світлодіоди. Інших варіантів немає, оскільки галогенові лампи не зможуть дати кілька чітких спалахів навіть протягом секунди, тому що час, який витрачається на розігрів і охолодження спіралі істотно більше необхідної тривалості спалаху. Зазвичай у стробоскопів керують двома параметрами: частотою і яскравістю спалаху, хоча бувають і винятки, на кшталт приладів з вбудованими програмами-макросами.

4. Blinder. Бліндери (блайндери) (рис. 8.2 б, в). Можуть збиратися з окремих блоків в великі інсталяції різної конфігурації. Застосовують для освітлення розважальних заходів на відкритому просторі, в різних шоу.

5. Дзеркальна куля – прилад, який завжди працює у поєднанні з прожектором. Звичайний набір собою являє безпосередньо саму кулю з пап'є-маше, що обклеєна дрібними дзеркальцями, прожектор з вузьким променем і моторчик з редуктором, який регулює оберт кулі.

Динамічні прилади. З назви зрозуміло, що їх промінь може світити не тільки в напрямку підвісу прожектора, але й рухатися і видозмінюватися.

Найбільш поширені два типи – сканер і динамічна (обертова) голова або moving head, причому другий тип виділилися як підвид першого. Обидва типи мають свої переваги і недоліки, розглянемо їх докладніше.

1. Сканер – інтелектуальний (програмований) статичний прилад з рухомим дзеркалом (призмою), переміщення дзеркала – викликає переміщення променю в просторі (рис. 8.3). Зовні являє собою прямокутний ящик з системою кріплення рухомого дзеркала на одному кінці. Лампа і лінзи знаходяться в корпусі, промінь відбивається від дзеркала, що обертається. Саме дзеркало може обертатися в 2 площинах, завдяки кроковим двигунам. Відповідно, якщо уявити собі сканер в



Рисунок 8.3 – Сканер (DMX)
SGM Galileo II 1200

роботі, нескладно зрозуміти, що він охоплює собою чверть сфери, тобто тому, «за спину» і вгору «над головою» він світити не може. Звідси впливає його оптимальна підвіска - уздовж стін, поруч з задником сцени і т.д.

Промінь сканера може змінювати колір для цього є колесо світлофільтрів, малюнок променя – є колесо трафаретів (гобо), є дімерне управління лампою, механічний стробоскоп-заслінка. До числа поширених конфігурацій над променем можна віднести ефект призми (розтрощення пучка), обертання гобо, обертання призми, ірис – зміна апертури і т.д.

Основні характеристики: потужність, тип лампи, наявність або відсутність плавного затемнення (дімера), кількість і тип гобо, спосіб зміни кольору, керованість по DMX 512. Додаткові характеристики: обертання гобо, наявність внутрішніх призм і додаткових стекол, обертання і накладення гобо, кольорів та призм, швидкість і тілесний кут обертання дзеркала і всієї дзеркальної частини.

Рекомендоване застосування сканерів: «відбиття» (позначення акценту) швидким рухом променя. Статичне освітлення простору. Створення «малюнка» сцени. Рух променів в просторі з різними швидкостями. Світло стеження за музикантами

Не рекомендоване застосування: освітлення декорацій (досить вузький і чітко окреслений промінь).

Виробники сканерів: Chauvet, DLL, Martin PRO, New Light, NightSun, Nuoma, Polarlights, Robe

2. Динамічна голова – інтелектуальний (програмований) динамічний прилад, з рухомим корпусом або іншими словами – джерело світла, що обертається з оптичною системою (рис. 8.4). На відміну від сканера, в якому джерело світла нерухоме, у динамічній голові переміщається б езпосередньо вся оптична система. Рух голови найпростіше описати в сферичних координатах (ρ , θ , ϕ), фіксованою є координата ρ . Рух в координаті ϕ називається Pan, θ – Tilt.

Голова може охопити практично всю сферу, діапазон обертання по ϕ зазвичай



Рисунок 8.4 – Світловий прилад типу «динамічна голова» DTS JACK

тягнеться до 540° - 720° , по θ – близько 300° - 340° . Цей прилад в основному підвішують, іноді ставлять, в залежності від задачі. Серед голів можна виділити два типи: спот (Spot) та вош (Wash). Перший тип дає чітко окреслений промінь, в ньому присутні гобо, іноді навіть по кілька гобо-коліс. Споти використовуються для створення певних ефектних променів.

Прилади другого типу дають розмити рівномірну пляма (у конструкції є лінза Френеля). Гобо в них відсутні, але є система синтезу кольору СМУ. Вош – служать рухомим прожектором.

Основні характеристики динамічних голів: потужність, тип лампи, наявність або відсутність плавного затемнення (дімера), наявність і тип гобо, спосіб зміни кольору, швидкість обертання приладу і його інерційність, заливний (вошер), спрямований (спот) або комбінований тип приладу.

Додаткові характеристики: обертання гобо, наявність внутрішніх призм і додаткових стекол. Обертання і накладення гобо. Кольорів та призм, швидкість і тілесний кут обертання дзеркала і всієї дзеркальної частини.

Рекомендоване застосування: позначення акценту переважно в статичному положенні, статичне освітлення простору, створення «малюнка» сцени. Повільний і строго дозований рух променів в просторі (застосовується надто часто і витісняє сканер). Світло за статичними музикантами, освітлення декорацій (застосовується рідко). Голова, ідеальний прилад для створення статичних і різноманітних світлових картин.

Не рекомендоване застосування: слідкуюче світло, часте «махання» по залу та сцені. Рух голови – це окремий прийом, застосування якого повинно бути строго дозовано.

Перевагою сканера перед приладом з повним рухом є значно менша ціна, більш висока швидкість руху променя, так як значно простіше повернути дзеркало, ніж масивний корпус динамічної голови, також сканер можна встановлювати в місцях, де не можна встановити «голову».

Через те, що промінь в сканері відбивається від дзеркала, відбувається деяка втрата світла. З цієї причини промінь голови при інших рівних умовах яскравіше. До того ж кут охоплення у сканера набагато менше, ніж у голови. Типові кути для сканера – $90^{\circ} \times 180^{\circ}$ (чверть сфери).

Недоліком динамічної голови є гучність роботи у порівнянні зі сканером, тому не завжди вдається встановити її поруч з мікрофоном в тих випадках, коли високі вимоги до тиші.

3. Прожектори з світлом що стежить – світлова пушка (рис.8.5). Принцип дії полягає в тому, що апарат в певний або заданий момент фокусує увагу оточуючих на конкретному об'єкті або ділянці площі за допомогою концентрації на ньому світлового променя. Сам промінь створюється шляхом проходження джерела світла через деяку кількість лінз, сфокусованих в заданому напрямку. Є прилади з DMX керуванням, але не руху, а апертурою променя, стробом, дімером, кольором.



Рисунок 8.5 – Світлова пушка
EUROLITE SL-575

Розподіл по ширині променя на освітленому об'єкті

В світловому оформленні розрізняють точкове та заливне світло.

1. Точкове світло – висвітлення об'єкта або його ділянки відносно вузьким променем різної форми і чіткості границі. Таке світло створюють лінзові прожектори, прожектори з профілюванням променя, безлінзові прожектори типу PAR, прожектор що стежить, деякі прожектори з автоматичною зміною кольору.

- Лінзовий прилад або спрямований, безлінзовий прилад – такі прилади мають незаперечні переваги (легко змінюється ширина променя, багато моделей досить потужні і дешеві). Дані прилади ідеально підходять для точкового (але досить широкого) освітлення акторів і декорацій. Комплект з 20-30 потужних приладів, здатний в деяких випадках замінити комплект в 100 шт. PAR 64. Прожектори з автоматичною зміною кольору мають суттєву перевагу перед іншими прожекторами, оскільки можна оперативно управляти зміною кольору.

- Профіль – вузьконаправлений промінь, застосовуваний для освітлення ділянки об'єкта, як правило, забезпечений системою, що дозволяє змінювати форму променя від традиційно круглої до багатокутної, квадратної, прямокутної неправильної і т.п.; забезпечений оптичною системою дозволяє змінювати ширину і чіткість променя. Приклад профілю: світлові пушки.

В окремих випадках профілі використовуються, як система проекційних апаратів. При наявності достатньої кількості профілів можна створити дуже

ефектну і незвичайну картинку. Цей прийом широко застосовується в сучасних театрах, в концертній практиці широкого застосування не отримав.

Переваги: дешевизна, м'який і широкий спектр зміни напруження лампи, зміна колірної температури при змінах напруження лампи.

Недоліки: ускладнена зміна кольорів і програмна зміна ширини променя, для регулювання яскравості необхідний дімерний блок.

2. Заливне світло – світло, яке заливає великі простори. Для отримання заливного світла використовуються симетричні і асиметричні світильники, групи світильників, колорченжери заливного світла, рампи і бліндери. Безумовні переваги - заливка особливо потужним яскравим променем великих площ.

Недоліки: мають специфіку в застосуванні для спрощеного висвітлення декорацій і музикантів. При неправильному застосуванні дає дуже плоску і примітивну картинку без об'єму і нюансів.

- PAR 64 – окремий тип приладу. При застосуванні окремих приладів і адекватній відстані до об'єкта можна використовувати, як точкове джерело світла. При застосуванні декількох приладів в одній групі в так званій «лінійці» або «збірці» (фермі), можна використовувати термін заливка, проте все одно, заливка виборча, що дозволяє висвічувати необхідні ділянки, ігноруючи непотрібні.

Переваги: дешевизна і простота приладу, легкість монтажу, плавно змінюваний за допомогою підсвічування напруження і колірна температура лампи, універсальність.

Рекомендоване застосування заливного світла: відбиття акцентів, світлові завіси та площини, освітлення акторів і декорацій. Її мета - створити атмосферу, загальний колорит, тому заливка, як правило, кольорова. В ідеалі вона висвітлює тільки робочий простір сцени, але робить це рівномірно. Тому заливні ліхтарі працюють групами, об'єднаними за ознакою кольору. І всередині групи повинні бути розвішені так, щоб синім, було все, а не тільки кут. Заливка розташовується зверху. Недоліки: при застосуванні приладів в жорстких збірках-секціях, багато приладів стають просто зайвими.

Розподіл за типом джерела світла

Різні джерела штучного світла застосовуються у всіх областях людської діяльності. Це можуть бути галогенні, металогалогенні, світлодіодні або люмінесцентні прилади. За рівнем світловіддачі галогенні лампи значно

поступаються і люмінесцентним, і металогалогенним, і світлодіодним джерелам світла. Застосування люмінесцентних ламп в приладах спрямованого світла вкрай ускладнено, в зв'язку з чим до класифікації за типом джерела можна віднести лише прилади трьох типів: світлодіодні, галогенові і металогалогенні.



Рисунок 8.6 – Джерела штучного світла а) галогенні, б) світлодіодні, в) люмінесцентні

Висока ефективність світлодіодних приладів складається з двох основних чинників: високої світловіддачі світлодіодів і можливості збирати в пучок більш істотну частку випромінюваного світла. До інших переваг світлодіодних технологій можна віднести більш високу стійкість до низьких температур і ударних навантажень, здатність довгий час працювати від акумулятора, що дуже важливо при роботі на виїзді. Для фокусування потоку світла більшість виробників освітлювального обладнання використовує лінзи Френеля, проте останнім часом з'явилася тенденція до застосування інших способів фокусування: дзеркал, звичайних лінз або їх поєднання з лінзами Френеля.

Розподіл по виконуваних функціях

1. Основне світло – це комплект приладів постановочного освітлення, універсального застосування, що дозволяє вирішувати як художні завдання (драматургія концерту, емоційний настрій, темпоритм концерту) так і утилітарні (освітлення музикантів, декорацій, музичні акценти, ефекти і т.ін.). Всі перераховані вище прилади умовно відносяться до основного світла, проте можливо нетрадиційне застосування приладів або їх груп, для створення окремих ефектів.

2. Допоміжне світло (ефектне) – це комплект приладів постановочного освітлення, призначений для створення всіляких ефектів – яскравих «родзинок» концерту. В арсеналі, як і традиційні прилади, так і ефектні. Лазери, проекційні апарати.

Ще одна група – *генератори ефектів* – це всілякі генератори диму, снігу, мильних бульбашок, пушки для салюту з конфетті і т.д.

Сценічний дим. Існує надлегкий дим (туман Хейзер) – практично не помітний і не втомлює музикантів. Легкий дим – грубіший, в порівнянні з надлегким. Важкий дим – дим, який важчий за повітря і стелиться по землі, як правило. Дим, перш ніж вийти, охолоджується в спецхолодильнику (або охолодження сухою вуглекислотою) і стелиться по підлозі. Створюється особливим типом димогенераторів на основі вуглекислоти. Промінь світла, поширюючись в атмосфері (дим, вода, пар), стає видимим, в цьому і полягає основна роль димогенераторів.

До складу освітлювальної системи обов'язково входять несучі світлові конструкції – металеві конструкції (ферми), призначені для монтажу на них, різного світлового обладнання, як правило, об'ємні, світлі і блискучі, помітні самі по собі. Повсюдне поширення подібних конструкцій практично витіснило декорації з практики шоу-програм.

8.2 Особливості керування освітлювальним обладнанням

В індустрії розваг використовується цілий спектр різноманітних протоколів управління світлом. Причому питання вибору конкретного протоколу часто пояснюється не стільки його технологічними перевагами, скільки низкою суб'єктивних причин: обмеженнями існуючої керуючої консолі, пульта управління, видом використовуваного обладнання, уподобаннями і звичками.

Розвиток освітлювальних систем пішов по шляху збільшення потужності ламп, пошуку світлофільтрів, які б мали достатню стійкість до вигорання і пожаробезпекою, а також до пошуку схем плавного включення і згасання світла. Називаються ці пристрої дімерами (від англ. dim – затемнювати).

Дімер – одноканальний або багатоканальний пристрій, призначений для управління яскравістю світіння ламп. Першими були дімери на реостатах – громіздкі, з низьким ККД, що виділяли величезну кількість тепла (окремо

розроблялися схеми охолодження). Пізніше їх змінили дімери на тиристорах, а зараз дуже популярні на потужних транзисторних ключах з ШІМ-керуванням. Існуючі в даний час світлові прилади за типом керування можна поділити на

- stand alone – мають перемикач, який одноразово вмикає або вимикає світловий прилад;

- sound activation (керування звуком) – у таких приладів є чутливий елемент (мікрофон) що реагує на зміну звукового тиску та в залежності від цього змінює світлові конфігурації;

- керуванням через DMX контролери.

Розглянемо докладніше останній тип керування.

Розвиток вимог до художнього оформлення видовищних заходів, ресторанів, кабаре, дискотек і т.д, привели до розуміння недостатності просто працюючих від звуку світлових приладів, завдяки чому і був створений новий клас приладів: керованих на відстані.

Одночасно з розробкою прожекторів і систем управління для них йшов процес пошуку нових світлотехнічних рішень. Зокрема, наприклад, для 100 прожекторів потрібно було 100 дімерів, щоб управляти ними окремо. У разі реостатних виділялася велика кількість тепла, гігантська перевитрата електроенергії, велика довжина дротів, що також гріються, знос самих реостатів і т.п.

Тиристорні дімери спростили завдання, але все ще потрібен був якийсь спосіб управління, при якому можна економити час на керування.

До ери цифрової техніки найбільше поширення отримав *аналоговий протокол* – так званий *0-10 вольт*. При аналоговому управлінні для кожного каналу використовується окремий дріт. Це швидкий, гнучкий і досить надійний спосіб, тому що будь-яка несправність в ланцюзі легко виявлялась за допомогою вольтметра. Недоліком аналогового підходу при управлінні десятками і, тим більше, сотнями освітлювальних приладів є велика кількість ліній управління, що робить даний метод непридатним для складних систем з декількома сотнями освітлювальних приладів. У такому випадку система стає занадто дорогою. Крім того, в ній важко проводити діагностику і усувати несправності. Другий недолік пов'язаний з загасанням сигналу на довгих лініях. Зі збільшенням числа приладів, а головне в разі обриву або короткого замикання в кабелі, надійність не забезпечувалась.

Цифрові стандарти. Для скорочення кількості кабелів, було створено і випробувано кілька різних цифрових стандартів, досить хорошим виявився DMX-512 створений в 1986 р. та 1990 р. і став стандартом де факто. DMX-512 призначений для управління світловими приладами, створений на основі стандартного промислового інтерфейсу EIA 485 (RS 485), який використовувався для комп'ютерного управління промисловими роботами та автоматизованими верстатами.

Найпоширенішим пристроєм для управління світлотехнікою є контролер типу DMX 512, розрахований на роботу саме з освітлювальними приладами. DMX – це спеціальний програмний протокол, за допомогою якого можна реалізовувати складні освітлювальні проекти, регулювати різні параметри світла, створювати оригінальні спецефекти. Ще одна професійна назва цього пристрою – DMX-кодер. Його підключення до персонального комп'ютера здійснюється за допомогою звичайного інтерфейсу USB. Безпосередньо на комп'ютер встановлюється спеціальна програма, за допомогою якої здійснюється світлотехнічне управління.

Кілька інтелектуальних DMX-512 апаратів, (зазвичай парне число), що працюють одночасно, дозволяють створювати світлові картини і елементи оформлення різної складності, як усередині приміщень, так і зовні. Для передачі даних управління в цих системах, і використовують послідовний цифровий протокол зв'язку, і всього два дроти в екрані, кабель дуже схожий на мікрофонний. Стандарт DMX-512, дозволяє управляти по одній лінії зв'язку, одночасно 512 каналами. Число 512 означає число каналів передачі інформації. По одному каналу передається один параметр приладу, наприклад в який колір пофарбувати промінь, який малюнок (гоботрафарет) вибрати, чи на який кут повернути дзеркало по горизонталі в даний момент, тобто куди потраплятиме промінь. Кожен прилад має певну кількість керованих дистанційно параметрів і займає відповідну кількість каналів в просторі DMX-512. При необхідності розширення системи DMX (якщо пристроїв більше, ніж 512) потрібно створити структуру з багатопортовим контролером розгалужувачем.

Максимально віддалена від передавального пристрою точка кабелю повинна бути термінована резистором для запобігання ефекту віддзеркалення сигналу. Опір термінуючого резистора підбирається відповідно до хвильового опору лінії.

За стандартом в одну лінію DMX-512 може бути включено до 32 пристроїв (деякі, дуже серйозні прилади займають до 34-х каналів), а сама лінія зв'язку може бути довжиною до 1 км. Для підвищення надійності передачі сигналів по лінії DMX-512 можуть використовуватися підсилювачі сигналу. Лінії передачі DMX-512 мають слабку завадозахищеність, тому їх прокладка поблизу силових кабелів небажана. DMX-512 є асинхронним протоколом, це означає, що будь-який фрейм може бути посланий в будь-який момент, коли лінія не зайнята. Швидкість обміну по лінії DMX-512 становить 250 кбіт/с.

Система з'єднання приладів з використанням DMX-512 показана на рис. 8.7 в. Опис кабелів і термінування DMX-512 для з'єднання приладів між собою, надається у тексті стандарту DMX-512, використовуються роз'єми типу XLR на п'ять, або на три контакти. Текст стандарту міститься в USITT (United States Institute of Theatre Technology) DMX-512.

В системі DMX-512, завжди на одному кінці лінії знаходиться передавальний пристрій – «майстер прилад» (задня панель на рис.8.7 а) або головний пульт, решта приладів «нанизуються» на лінію по черзі (задня панель на рис.8.7 б), і завершуються кінцевим терміноматором. Кінцевий термінатор в найпростішому випадку являє собою кабельну частину штирьового роз'єму, з припаяним резистором приблизно 120 Ом. Якщо необхідно управляти більш ніж 512 каналами, необхідно мати дві (три і більше) лінії DMX-512.

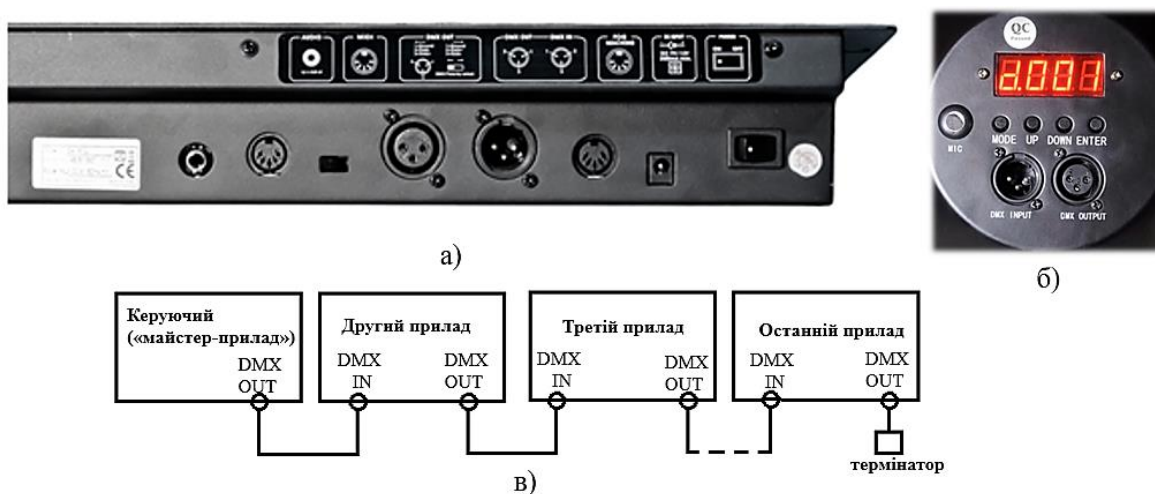


Рисунок 8.7 – Система підключення приладів з використанням DMX-512

Переваги протоколу DMX-512:

1. Уніфікованість. Будь-який прилад з таким інтерфейсом підійде до будь-якого пульта з ним же.
2. Відкритість (доступність), більшість сучасних приладів працює за вказаним стандартом.
3. Зручність підключення сигнального кабелю: послідовно, з приладу до приладу одним тонким кабелем.
4. Відпрацьованість інтерфейсу на його прабатькові – RS-485.

З недоліків можна виділити кількість каналів – всього 512, що точно не вистачить для управління світловим обладнанням великого театру. Але всі професійні світлові пульти оснащені 2-4 потоками, що дозволяє використовувати 1024-4096 каналів. Також стандартом не рекомендується підключення більше 32 приладів до однієї лінії DMX-512. Найбільший недолік полягає в тому, що він спочатку створювався для управління дімерами. Тому в протоколі DMX-512 передбачалася передача даних тільки в одну сторону – від пульта до приладів.

Серед безлічі *двонапрямлених протоколів* управління освітленням міжнародне визнання отримали: Digital Addressable Lighting Interface (DALI), Remote Device Management (RDM), Architecture for Control Networks (ACN).

Протокол RDM є модернізацією протоколу DMX-512. Він працює через той же кабель DMX-512, але підтримує двосторонню комунікацію між керуючим пристроєм і обладнанням. Це дає відразу дві важливі переваги:

- По-перше, RDM дозволяє діагностувати стан приладів. Наприклад, прожектор з протоколом RDM розпізнається пультом, як тільки його підключають до мережі і керуючої мережі. Це є прямою вказівкою на те, що прилад отримує електроенергію і керуючі сигнали.

- По-друге, протокол RDM дає можливість віддалено задавати стартові DMX-адреси в приладах. Для великих інсталяцій це дозволяє істотно прискорити прописування освітлювальних приладів. Багато виробників вже випускають прилади з протоколом RDM.

Є можливість створення DMX систем з підтримкою Ethernet (протоколу ACN і т.д.); управління окремими пристроями або групою; одночасне керування всіма пристроями в мережі; відсутність інтерференції за рахунок простої структури даних; передача статусних повідомлень від одного, декількох або всіх

пристроїв в мережі; автоматичне розпізнавання освітлювальних приладів; автоматичне затемнення всіх приладів відповідно до обраної сцени.

Ethernet-протоколи. Оскільки кількість приладів в великих освітлювальних системах збільшується з кожним днем, з'явилася потреба зняти будь-які обмеження щодо кількості каналів. Одним із способів вирішення проблеми є використання Ethernet-протоколів, які дозволяють через один кабель керувати кількома потоками даних (Universes) по 512 каналів в кожному. Вирішити проблему управління приладами за допомогою технології Ethernet намагалися багато виробників: компанія Strand розробила протокол ShowNet, ETC - EtcNet II, Artistic Licence - ArtNet. Сьогодні протокол ArtNet підтримує безліч компаній, таких як ADB, Avab, Jands Electronics, High End Systems, Martin, Robe та інші.

Протокол IP-системи. Багато сучасних пристроїв обмінюються даними через інтернет. Поступово ця технологія проникає і в системи освітлення. В даний час йде розробка мережевого протоколу для управління освітлювальними системами по IP-мережі ACN (Architecture for control networks E1.17). Зв'язок здійснюється за стандартними лініях Ethernet або Wi-Fi. Протокол ACN є повністю двонаправленим. Кожен пристрій має унікальний ідентифікаційний номер, за яким контролер розпізнає підключені пристрої. Крім того, до кожного пристрою додається файл з описом усіх можливостей джерела світла. Таким чином, контролер зможе управляти світильниками, які з'являться в майбутньому. Сама ідея створити стандартний протокол, який зміг би керувати будь-яким театральним устаткуванням (світлом, звуком, відео і навіть сценічною механікою) просто чудова. Поки він недостатньо поширений. Для переходу з DMX-512 на ACN розроблений проміжний протокол DMX-over-ACN.

8.3 Типові конфігурації освітлювальних систем

Далі розглянемо яке з переліченого обладнання застосовується для проведення масових заходів та для танцювальних зон та дискотек.

Освітлювальне обладнання для проведення масових заходів

Перелічене нижче світлове обладнання широко застосовують для оформлення ресторанів, боулінгів, фітнес-центрів, свят та ювілеїв, показів мод (заливне світло для зйомок та спецефекти), рекламних акцій, виїзних заходів, а також під час проведення концертів та дискотек у приватних будинках. У таких випадках використовують світловий прилад типу «динамічна голова» – заливне

джерело світла лампового типу (наприклад див. рис. 8.3) з кольоровими фільтрами, поворотним механізмом, вбудованим дімером (регулятором яркості світлового пучка) і програмованими ефектами. Типова конфігурація освітлювального обладнання для проведення масових заходів наведена на рис. 8.5, перелік та моделі вказані у табл. 8.1.

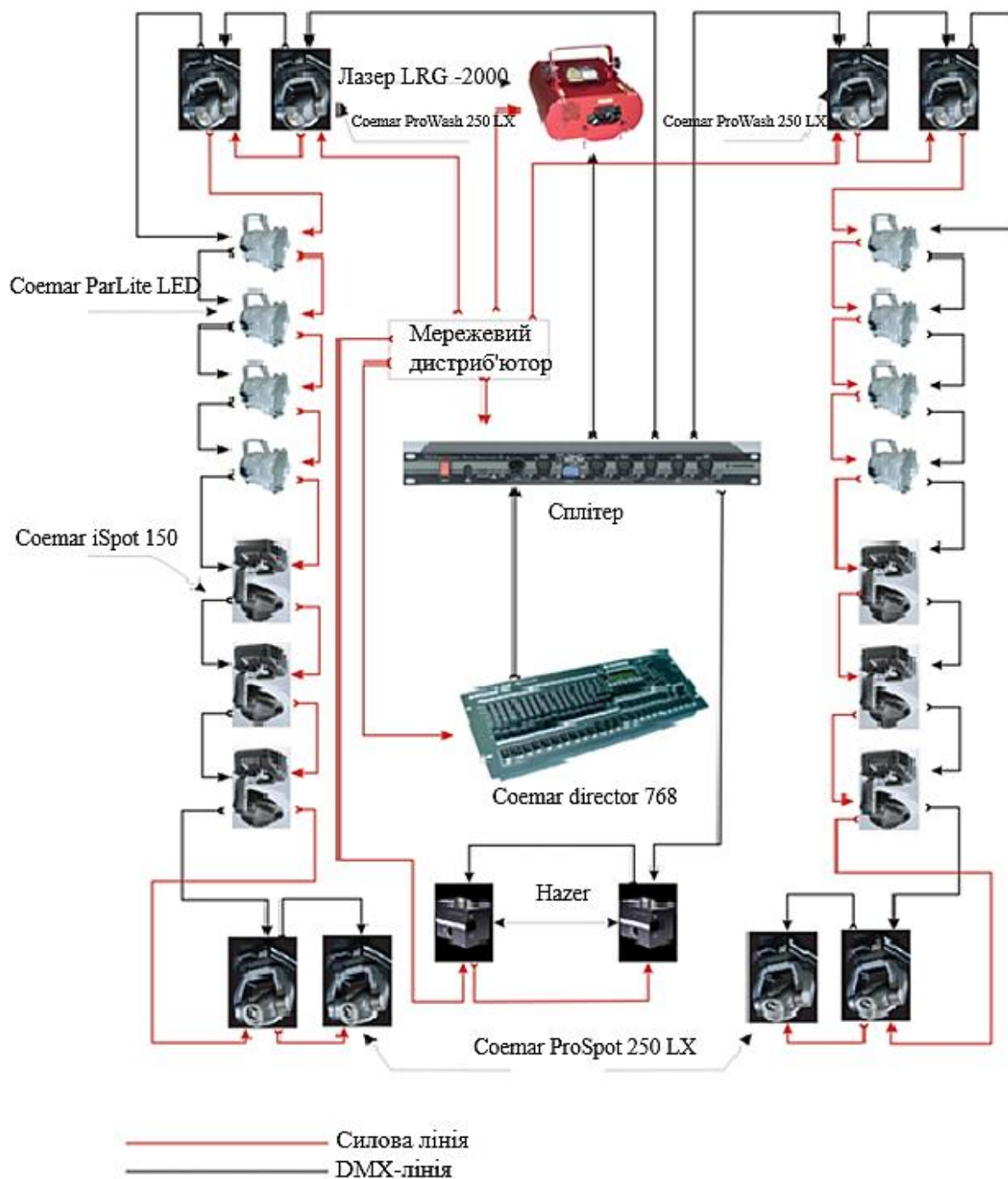


Рисунок 8.8 – Типова конфігурація освітлювального обладнання для проведення масових заходів

Таблиця 8.1 – Перелік типового освітлювального обладнання для проведення масових заходів (до схеми на рис. 8.8)

№ п/п	Найменування обладнання	Модель
1	Світловий прилад (4 шт.)	Coemar ProWash 250 LX
2	Діодне світло (8 шт.)	Coemar ParLite LED
3	Спот (6 шт.)	Coemar iSpot 150
4	Спот (4 шт.)	Coemar ProSpot 250 LX
5	Дим-машина (2 шт.)	Hazer
6	Світловий пульт	Coemar director 768
7	Спліттер	Coemar 660 bid/os/6 rack
8	Лазер	LRG -2000

Освітлювальне обладнання для танцювальних зон та дискотек

Комплект світлового обладнання розрахований на широко поширений тип залів зі стелями висотою до п'яти метрів і площею близько 50 м², що вміщують до 300 осіб представлено на рис. 8.9. Перелік обладнання, що задіяне у конфігурації на схемі рис. 8.9 наведено у табл. 8.2.

Світлові прилади, розташовані в центральній частині залу, працюють на дві зони – сцену і танцмайданчик. Для побудови світлових картин під час живих виступів музичних, танцювальних колективів, stand-up comedy, основний акцент роблять на колорченджери Chauvet Stage Wash 950, їх доповнюють динамічні сканери Chauvet QScan 250. Завдяки обраному розташуванню світлових приладів, якщо на сцені не потрібне шоу-підсвічування, всі вони можуть працювати тільки на танцмайданчик, забезпечуючи більшу різноманітність світлових картин. Управління статичними приладами здійснюють через DMX-протокол зі світлового пульта Behringer LC2412, а динамічними приладами – з контролера Chauvet DMX-55.

Стандартний розподіл управління з функціональними особливостями є дуже зручним для роботи художника з освітлення, оскільки дозволяє створювати безліч світлових образів. Двоколірні лазерні системи (Chauvet Scorpion 55RG64) допомагають в оформленні світлових шоу. Стробоскопи Chauvet Mega Strobe і ультрафіолетові світильники Chauvet Black Shadow 400 і Chauvet Blacklight є невід'ємною частиною танцювальних та шоу-програм. Усі світлові прилади живлять від напруги 220 В.

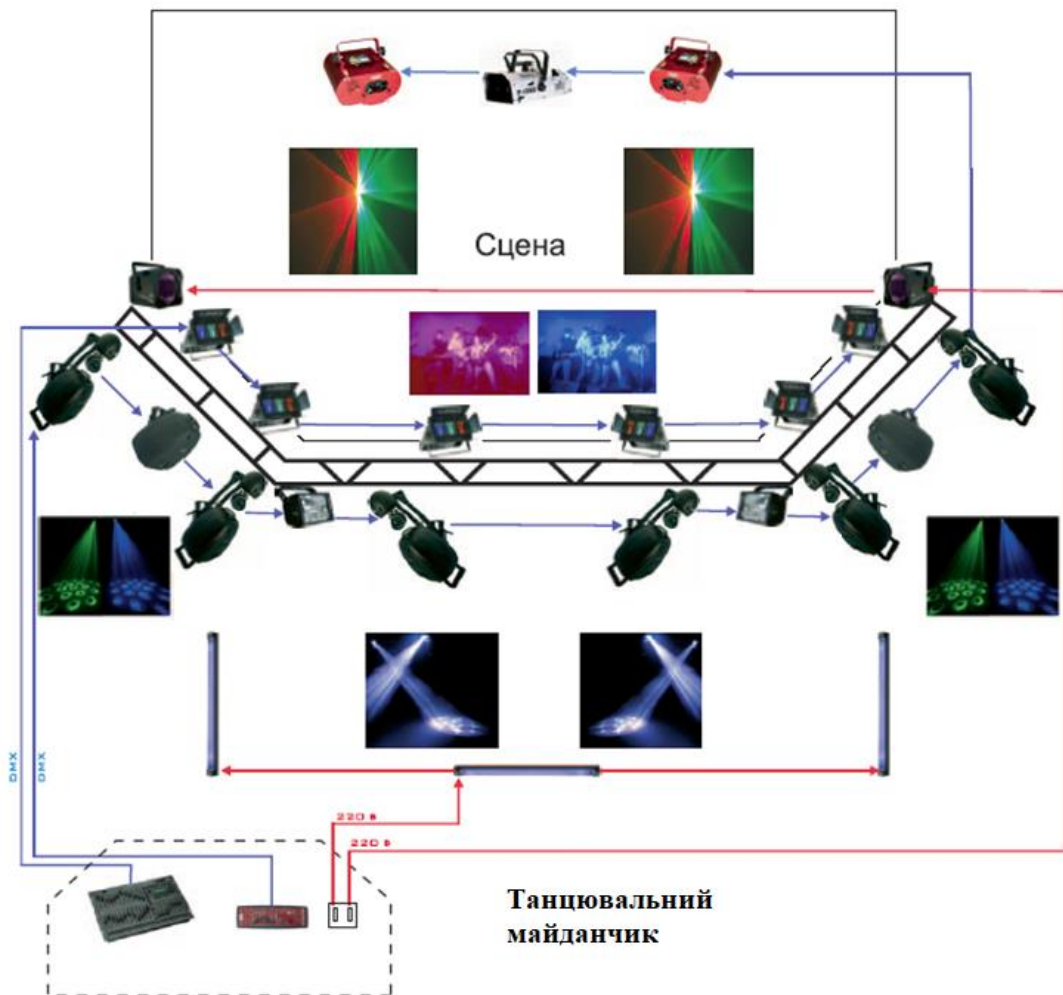


Рисунок 8.9 – Типова конфігурація освітлювального обладнання для танцювальних зон та дискотек

Таблиця 8.2 – Перелік типового освітлювального обладнання для танцювальних зон та дискотек (до схеми на рис. 8.9)

№ п/п	Найменування обладнання	Модель
1	Лазерний ефект (2шт.)	Chauvet scorpion 55rg64
2	Генератор диму Chauvet	Chauvet hurricane 1250
3	UV- прожектор (2 шт.)	Chauvet Black Shadow 400
4	Колорченджер (6 шт.)	Chauvet Stage Wash 950
5	Сканер (2 шт.)	Chauvet Q-Scan 250
6	Колорченджер (2 шт.)	Chauvet Q-mix
7	Стробоскоп (2 шт.)	Chauvet Mega Store
8	Сканер (2 шт.)	Chauvet Q-scan 250
9	UV-світильник (3 шт.)	Chauvet Blacklight
10	Світловий пульт	Behringer Eurolight Lc 2412
11	Контролер	Chauvet dmx-55

Контрольні питання до лекції

1. Навести критерії класифікації світлового обладнання для інформаційно-розважальних заходів. Описати статичні освітлювальні прилади, вказати технічні характеристики, рекомендоване застосування та виробників зазначених приладів.
2. Описати динамічні освітлювальні прилади для інформаційно-розважальних заходів. Визначити характеристики, рекомендоване застосування та особливості розташування динамічного приладу типу «рухома голова».
3. Визначити освітлювальні прилади точкового та заливного світла, навести приклади вказаних приладів для інформаційно-розважальних заходів. Зобразити схему світлодіодного та галогенного освітлювального приладу, вказати відмінності.
4. Описати способи керування освітлювальним обладнанням у складі технічного забезпечення інформаційно-розважальних заходів. Навести приклади програмних протоколів керування освітлювальними приладами.
5. Описати стандарт DMX-512 для керування освітлювальними приладами. Визначити характеристики та функції DMX–контролерів.
6. Зобразити систему з'єднання освітлювальних приладів з використанням DMX-512. Навести приклад та вказати виробників сучасних DMX–контролерів.
7. Зазначити та описати типові конфігурації освітлювальних систем для проведення масових заходів та для танцювальних зон, дискотек і клубів. Перелічити відмінності у застосуванні освітлювального обладнання для вказаних категорій заходів.

ТЕМА 9. СИСТЕМИ КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ, СЛУЖБОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ОПОВІЩЕННЯ

9.1 Типи та функції обладнання для систем оповіщення.

Системи оповіщення призначені для передачі мовних повідомлень, а також спеціальних, попереджувальних сигналів для людей, що знаходяться в місцях та на об'єктах громадського користування.

Мовні повідомлення, що транслуються через систему оповіщення поділяються на дві групи: повідомлення, які містять попередження про виникнення обставин, що загрожують життю і здоров'ю людей; інформаційні повідомлення.

Система оповіщення складається з:

- блоку мовленнєвого оповіщення;
- підсилювачів потужності;
- блоку комутації та контролю;
- устаткування електроживлення;
- мережевої панелі;
- пультів мікрофонних.

В системі оповіщення повинні бути передбачені як мінімум два види джерел звуку: мікрофон і пристрій відтворення записаних повідомлень. Кількість одночасно використовуваних мікрофонів в системі повинна відповідати кількості постів оповіщення (без врахування резервування).

В якості прикладу розглянемо обладнання, що виготовляє Науково-виробниче підприємство «Електроприлад», що знаходиться у Львові та випускає серійно обладнання систем оповіщення під торговою маркою «VELLEZ».

Для передачі оголошень використовують мікрофон, що передає інформаційне повідомлення по обраним оператором зонам оповіщення з приміщень віддалених від апаратної частини устаткування на відстань до 1000м.

Сигнали з мікрофону та універсального входу пульта (рис. 9.1) подаються на вхідний підсилювач, де підсилюються й обмежуються до необхідного рівня і через вхідний фільтр надходять на частотний модулятор. Частотний модулятор перетворює отриманий сигнал і передає його на устаткування.



Рисунок 9.1 – Пульт мікрофонний ПМ-16,
«VELLEZ»

Мікрофонний пульт призначений для того, щоб учасники конференції могли виступати і брати участь в дискусіях, не покидаючи своїх місць в конференц-залі. Схема керування забезпечує роботу пульта при отриманні від устаткування дозволу активації. Контролер клавіатури й індикації забезпечує індикацію стану органів керування і загального стану пульта мікрофонного.

Живленням мікрофонний пульт забезпечується від устаткування по з'єднувальному кабелю і не вимагає додаткових джерел живлення.

Устаткування передбачає послідовне з'єднання (один в один) п'яти пультів мікрофонних і подальшу роботу з ними у відповідності встановлених рівнів пріоритету. Структура пріоритетів передбачає, що найвищий рівень пріоритету має активний пульт з меншим номером.

Технічні характеристики пульта мікрофонного:

Кількість зон обслуговування	16 / 32*
Чутливість мікрофона, мВ, не більше	2
Чутливість лінійного входу, мВ, не більше	200
Видалення від устаткування, м, не більше	1000
Кількість проводів з'єднувального кабелю	8
Рекомендовані типи з'єднувального кабелю	FTP

Пости оповіщення повинні розташовуватися в акустично ізольованих кімнатах з рівнем фонового шуму:

- не більше 35 дБА для звичайних об'єктів;
- не більше 45 дБА для об'єктів з дуже високим рівнем фонового шуму (вище 70 дБА).

Озвученням приміщення чи відкритої площі називається гучномовне відтворення заздалегідь записаних повідомлень, повідомлень з мікрофону,

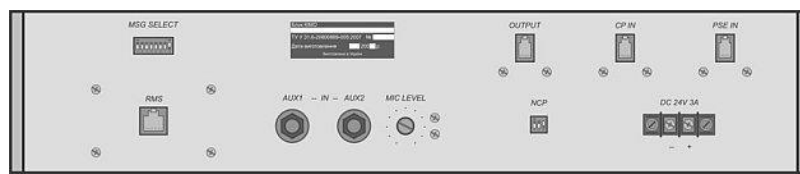
музичних програм, рекламних роликів, сигналів цивільної оборони й іншої інформації.

Пристрої відтворення записаних повідомлень.

Прикладом таких пристроїв може бути блок керування та індикації мовного оповіщення (рис. 9.2). Призначення: служить для відтворення заздалегідь записаних повідомлень і керування компонентами устаткування. Забезпечує індикацію стану устаткування й індикацію несправностей його компонентів.



а)



б)

Рисунок 9.2 – Блок керування та індикації мовного оповіщення: а) передня панель, б) задня панель

Гучномовці для систем оповіщення

В складі систем оповіщення, задачею яких є передача мовних повідомлень застосовуються вузькосмугові гучномовці. Як правило ці гучномовці сполучать у собі відносно низьку ціну і середню якість звучання. Однак варто відзначити, що такої середньої якості звучання досить для передачі мовних тривожних повідомлень і повідомлень з мікрофону. Широкополосні гучномовці характеризуються високою якістю звучання, але і по вартості вони, досить різко відрізняються від вузькополосних. Такі гучномовці застосовуються в складі систем оповіщення, що крім своїх основних функцій, забезпечують трансляцію музичних програм по території об'єкта. Такими об'єктами є супермаркети, торгово-розважальні центри, спорткомплекси.

Особливості гучномовців різних типів:

- 1) Гучномовці для настінного монтажу

Найбільш розповсюджений тип гучномовців. Популярність гучномовців даного типу в першу чергу обумовлена простотою їхнього монтажу і сумісністю з більшістю інтер'єрів. Монтаж, як правило, відбувається за допомогою дюбелів до стін. Рекомендована висота установки від рівня підлоги - 2,2 - 3м. Кут нахилу - 9°.

На рис. 9.3 показано зовнішній вигляд гучномовців настінного монтажу ТМ VELLEZ та Kramer (Ізраїль).



а) VELLEZ 3/1 AC100PH

б) Kramer SPK-W612

Рисунок 9.3 – Гучномовці для настінного монтажу

Основні технічні характеристики настінних гучномовців

- номінальна входна напруга, В	100
- лінійний рівень чутливості, дБ, не менше	87
- ефективно відтворений діапазон частот, Гц, не вужче	від 250 до 8000
- лінійний номінальний рівень звукового тиску, дБ, не менше	89
- кут випромінювання у горизонтальній площині, на частоті: 500 Гц - 360° 1 кГц - 155° 2 кГц - 115° 4 кГц - 100°	
- кут випромінювання у вертикальній площині, на частоті: 500 Гц - 360° 1 кГц - 155° 2 кГц - 115° 4 кГц - 100°	
- ступінь захисту	IP54
- габаритні розміри, мм	180 x 150 x 80
- маса, не більше, кг	0,65

Конфігурація площини, що озвучується одним гучномовцем, являє собою еліпс. див. рис 9.4.

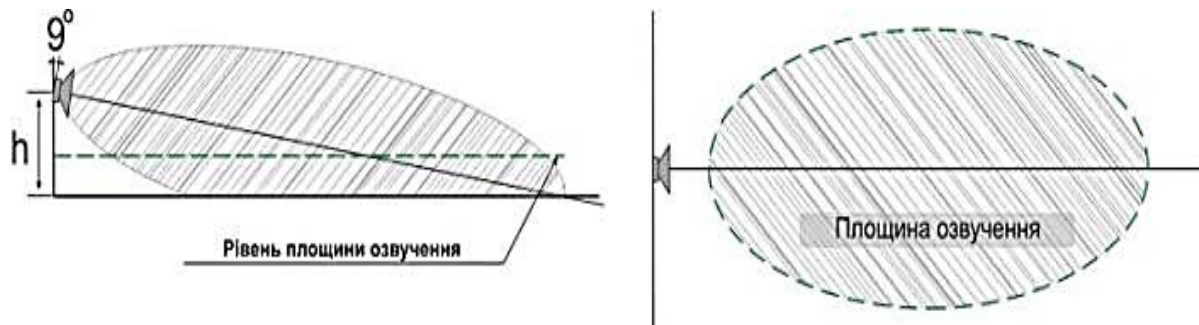


Рисунок 9.4 – Озвучування плоскої поверхні одним гучномовцем для настінного монтажу, h – висота установки гучномовця над рівнем підлоги

2) Гучномовці для монтажу в підвісну стелю

Гучномовці даного типу також широко розповсюджені як і попередні. Вони підійдуть для приміщень будь-якої конфігурації, де є підвісні стелі. При проектуванні особливу увагу варто приділити габаритним розмірам гучномовців і особливо їх висоті. Висота такого гучномовця не повинна перевищувати відстань між підвісною стелею та рівнем перекриття. Монтаж таких гучномовців відбувається за допомогою пружин, що фіксують гучномовець у підготовленому в підвісній стелі отворі. Конфігурація площини, що озвучується одним гучномовцем, являє собою коло. Стельові гучномовці - це, як правило, електродинамічні дифузоровані гучномовці, укладені в пластикові або металеві корпуси. Їх використовують для озвучування приміщень і в системах аварійного оповіщення будівель.

Завдяки великому куту розкриття діаграми спрямованості звуку і широкого діапазону відтворюваних частот стельові гучномовці здатні досить якісно відтворювати звук, крім того, вони гармонійно вписуються практично в будь-який інтер'єр. Їх застосування особливо ефективно для озвучування великих приміщень з висотою стелі до 5 м.

Для зручності монтажу корпус стельового гучномовця забезпечується спеціальними пристосуваннями: пружними упорами, полозами або кронштейнами. Багато гучномовців кріпляться до стельових плит за допомогою шурупів.

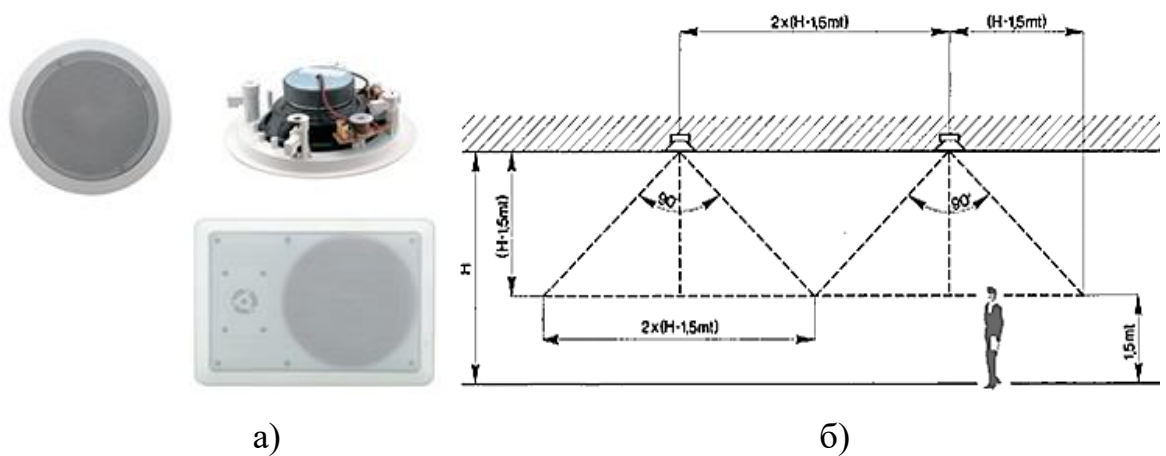


Рисунок 9.5 – а) Врізні стельові гучномовці (круглий Kramer SPK-C412, прямокутний Kramer SPK-C812), б) Схема розміщення стельових гучномовців

На відміну від «звичайних» систем озвучування, системи на основі стельових гучномовців високовольтні, типове значення напруги в лінії становить 100 В, тому стельові гучномовці мають вбудовані трансформатори. При проектуванні системи оповіщення розрахунок необхідної кількості стельових гучномовців і схеми їх розміщення проводиться виходячи з необхідного рівня звукового тиску на рівні вух слухачів (зазвичай береться середнє значення 1,5 м). Для приміщень з висотою стелі менше 5 метрів такий розрахунок не представляє труднощів і проводиться за наближеними формулами.

Параметр S - це приблизна площа, яку озвучує один стельовий гучномовець: $S = \{2x(H-1,5 \text{ м})\}^2$, де H – висота стелі (див. рис. 9.5 а)).

Якщо висота стель більше 5 метрів, встановлювати стельові гучномовці не рекомендується. Однак якщо необхідно використовувати саме стельові гучномовці, слід вжити заходів для підвищення рівномірності розподілу звуку і зниження ефекту реверберації. Якщо стельові гучномовці розміщені дуже близько один до одного, то на рівні вух слухачів звук буде розподілятися нерівномірно. Якщо збільшити відстань між сусідніми гучномовцями, то рівень звукового тиску може виявитися недостатнім для гарної чутності. Підвищення рівня звуку гучномовців в цьому випадку тягне за собою збільшення реверберації, особливо в приміщеннях, оброблених склом, мармуром і т.д. Реверберацію можна знизити з допомогою звукопоглинальних матеріалів: килимів, гобеленів, порт'єр і ін.

3) Гучномовці рупорного типу

Найбільш застосовуваний тип гучномовців для озвучення виробничих і відкритих територій. Гучномовці рупорного типу характеризуються високим звуковим тиском. Застосовуються тільки для передачі оголошень, оскільки мають досить вузький діапазон відтворюваних частот. Також слід зазначити, що у відмінності від звичайних гучномовців, вони мають істотно менший кут випромінювання звуку. Встановлюються, як правило, на стовпах, опорах, вишках чи фасадах будинків, також можуть використовуватися для озвучення цехів, та інших виробничих площ з великим рівнем постійного шуму. У залежності від потужності рекомендована висота їх установки становить 4 - 8 м. від рівня землі. Конфігурація площини, що озвучується одним гучномовцем, являє собою еліпс.

9.2 Параметри озвучення приміщень

У аудіотракт повинні бути включені апаратні засоби, що забезпечують електроакустичне налаштування звучання в кожній із зон оповіщення для досягнення параметрів, визначених у технічному завданні.

Необхідний набір засобів визначається на етапі проектування і може включати в себе прилади: динамічної обробки аудіосигналів; корекції амплітудно-частотних характеристик сигналів; часової корекції аудіосигналів; індикації; автокорекції сигналу в залежності від зміни акустичних умов в зоні озвучування; контролери акустичних систем.

Доцільність застосування тих чи інших засобів визначається під час проведення електроакустичного аналізу, після вибору моделі системи, а також в процесі проектування конкретного устаткування. Всі вживані апаратні засоби обробки звуку повинні бути узгоджені між собою в аудіо тракті, а також кінцевими і іншими пристроями в аудіо тракті.

Серед основних параметрів озвучення варто перелічити наступні:

1) Максимальний і мінімальний рівень звукового поля.

Даний параметр показує рівні максимального і мінімального рівня прямого звуку, без врахування інтенсивності відбитого звуку, що створюються системою озвучення на поверхні, що озвучується, при підведенні номінальної потужності до гучномовців. Поверхнею, що озвучується, вважають поверхню на рівні

слухачів, яка для сидячих слухачів проходить на рівні 1 м. від рівня підлоги, а для стоячих на рівні 1,5 м. від поверхні, на якій знаходяться слухачі.

В залежності від призначення системи озвучення, цей параметр може мати різні значення. При проектуванні варто врахувати, що значення мінімального рівня звукового поля повинно на 15 дБ перевищувати рівень постійного акустичного шуму приміщення. У більшості випадків рівень акустичного шуму для приміщень не виробничого призначення знаходиться в межах 50 – 70 дБ. У такий спосіб для систем оповіщення і трансляції мовних повідомлень значення мінімального рівня звукового поля повинне бути в межах 65 – 85 дБ.

2) Нерівномірність озвучення.

Значення даного параметра показує рівень перепаду звукового тиску в різних місцях території, що озвучується. Найбільш якісними системами озвучення вважаються системи зі значенням даного параметра, що знаходиться у межах від 2 до 3 дБ. Такі системи, як правило, призначені для якісної трансляції музичних програм, які також можуть виконувати і функції систем оповіщення людей про пожежу й інші надзвичайні ситуації. Для систем озвучення, основною функцією яких є трансляція мовних програм і повідомлень, допускається значення даного показника у межах від 3 до 4 дБ.

3) Акустичні шуми.

Це шуми в межах поверхні, що озвучується, створювані публікою, різними агрегатами, а також шуми, що надходять ззовні, наприклад від транспорту. Зазвичай даний параметр заздалегідь заданий чи повинний бути заміряний на місці в реальних умовах. У більшості випадків домінують низькочастотні шуми, хоча шуми, які виробляються публікою знаходяться в діапазоні частот вище 1 кГц. Найбільше шуми впливають на розбірливість трансльованих мовленнєвих програм і оголошень.

4) Розбірливість відтворених програм.

Кількісна оцінка того, яка частка змісту мовленнєвого повідомлення може бути правильно зрозуміла. Для забезпечення необхідного рівня розбірливості потрібно достатня гучність та чіткість.

9.3 Комплексні рішення технічного оснащення конференц-залів

Конференц-система – це комплект звукопідсилювального обладнання, що складається з центрального блоку, n-ї кількості мікрофонних пультаів делегатів

(дискусійних пультів) і забезпечує певний набір функціональності для проведення конференцій, з'їздів, засідань, слухань, прес-конференцій та інших приміщеннях, в яких проводяться дискусії. Дискусійні пульти розташовуються на столах учасників засідання і, як правило, послідовно з'єднані один з одним кабелем в ланцюжок. Центральний блок системи як правило забезпечений інтерфейсом системам звукопідсилення. Деякі конференц-системи мають багатожильний кабель власного виробництва для з'єднання мікрофонних пультів.

Більш сучасні – це бездротові конференц-системи, які більш мобільні і можуть протягом деякого часу бути встановлені в будь-якому місці.

Дротові конференц-системи поділяють на аналогові конференц-системи та цифрові конференц-системи. Деякі конференц-системи, наприклад, DIS, SAMY або Televis використовують стандартний Ethernet кабель 5-ї категорії.

Найважливіша «споживча» відмінність цифрових конференц-систем від більшості аналогових полягає в тому, що вони здатні передавати додаткову інформацію на мікрофонні пульти, наприклад, порядок денний, ПІБ і фото доповідача, результати голосувань і т. п.

Цифрові конференц-системи підходять для найскладніших інсталяцій. Наприклад, коли в конференц-залі необхідно забезпечити тісну інтеграцію безлічі зовнішніх систем (системи відеозв'язку і відеоконференцзв'язку, системи озвучування, управління освітленням та інші). І, наприклад, реалізувати такі функції як автоматичне наведення відеокамери на виступаючого учасника, виведення результатів голосування на зовнішні дисплеї і т. п.

Бездротові конференц-системи використовують для передачі голосу ІК-зв'язок або радіоканал. Мікрофонні пульти і центральне обладнання бездротових конференц-систем мають вбудовані акумулятори. Зарядка акумуляторів (пультів) проводиться в спеціальних кейсах.

Мультимедійні конференц-системи

Пульти мультимедійних конференц-систем мають вбудований touch-екран з роздільною здатністю до Full HD. За допомогою пульта можна не тільки посилювати свою промову, але і переглядати медіафайли, працювати з документами, виходити в інтернет, а також інтерактивно керувати ходом заходу.

Мультимедійні пульти можуть бути врзні (Televis) і настільні (Bosch, Taiden). Дані системи можуть мати широкий функціонал, який використовується

в залежності від завдань користувача, наприклад: голосування, синхронний переклад, робота з базами даних делегатів і електронними документами і т.п. Деякі системи побудовані на відкритій операційній системі (Bosch, Taiden), деякі на закритій (Televis). У першому випадку це дозволяє установників системи розробити при необхідності індивідуальний софт під власні завдання, у другому випадку - дає користувачеві велику впевненість в стабільності роботи системи і її тривалій технічній підтримки (так як і за програмну і за апаратну частину роботи системи відповідає виробник).

Мікрофонні пульти для конференц-систем встановлюються на робочих місцях. Приклад мікрофонного пульта для цифрової конференц-системи наведено на рис. 9.6. Мікрофонний пульт зазвичай має:

- мікрофон для виступів (зазвичай знімний, на гнучкій шийі);
- гучномовець (через який транслюється голос виступаючого учасника). Слід розуміти, що за допомогою вбудованих в мікрофонний пульт гучномовців неможливо озвучити конференц-зал; Він лише трохи покращує розбірливість мови.
- кнопки управління (розрізняються залежно від модифікації пульта);
- роз'єм для підключення навушників;
- механізм реєстрації учасників за електронними картками;
- індикація режимів роботи, реєстрації та результатів голосування.



Рисунок 9.6 – Пульт делегата з 2-ма електрами каналів цифрової конференц-системи DCS 6000

Мікрофонні пульти існують в настільному і врізному виконанні. Розрізняють мікрофонний пульт голови (привідної конференції) та делегата (учасника конференції). Встановлюється на робочих місцях делегатів, присутніх у залі. Мікрофонний пульт голови відрізняється від делегатського тим, що має функції управління конференціями (наприклад, дозволяє голові перехопити чи

дати слово, відключивши мікрофони всіх інших делегатів; запустити голосування і т. ін.).

Центральне обладнання

Як правило центральне обладнання виконано у вигляді єдиного блоку, призначеного для налаштування системи і управління ходом конференції (див. наприклад рис. 9.7).



Рисунок 9.7 – Центральний блок для конференц-системи Shure DDS 5900

У деяких системах такі блоки встановлюють на столі біля голови. Основна характеристика центрального обладнання - максимальне число підтримуваних мікрофонних пультів (ємність). Збільшення ємності центрального обладнання часто можливо програмним шляхом. Основні *можливості центрального обладнання*:

- установка різних режимів проведення дискусій (різні режими надання слова виступаючим, максимальне число одночасно активних мікрофонів і т. п.);
- управління мікрофонними пультами (дистанційне включення/вимикання мікрофонних пультів; активація різних функцій мікрофонних пультів, наприклад, автовимкнення; передача на мікрофонні пульти з дисплеями різної інформації і т. п.);
- управління голосуванням (збір даних від усіх пультів і видача результатів);
- управління синхронним перекладом (установка кількості і вибір каналів синхроперекладів, управління пультами синхроперекладачів т. п.);
- інтерфейс до систем звукопідсилення і мікшерних пультів;
- шифрування аудіопотоків (якщо потрібен захист від зловмисників);

- взаємодія з системами відео-конференції (наприклад напрям камер на виступаючого);
- комутація з зовнішніми системами управління;
- придушення акустичного зворотного зв'язку;
- протоколювання аудіоінформації;
- в розвинених системах можлива генерація і експорт звітів і протоколів засідання з результатами голосування.

Центральне обладнання може змінювати конфігурацію та управлятися автономно, так і за допомогою персонального комп'ютера.

При необхідності є можливість додати до дзвінка віддаленого абонента по телефонній лінії, забезпечити наявність в конференц-залі глядачів, журналістів і т. п. Слід також враховувати необхідність цілого комплексу додаткового обладнання.

Система синхронного перекладу (система синхроперекладів)

За допомогою цієї системи синхронний переклад мови виступаючого доповідача транслюється на різних мовах від перекладачів до учасників конференції.

Якщо система синхроперекладів інтегрована з конференц-системою, то розподілом звуку (синхронного перекладу на різних мовах) займається центральне обладнання. Щоб почути переклад виступу на тій чи іншій мові учасник конференції вибирає селектором на мікрофонному пульті номер потрібного каналу синхроперекладів. Звук, що йде через гучномовець, вбудований в мікрофонний пульт, завжди транслюється на мові виступаючого. Тому учасники конференції для прослуховування перекладу використовують навушники, які підключаються до мікрофонного пульта.

Система синхроперекладів може бути і самостійною. Як правило такі системи використовують для передачі звуку (ІЧ-зв'язок). Для прослуховування синхроперекладів виступу учасники конференції використовують мініатюрний пульт з підключеними навушниками. Вибір мови синхроперекладів здійснюється селектором каналів на пульті.

Приклад Інфрачервона система Gonsin TC-904/906/908/912 (рис 9.8) була розроблена для забезпечення синхронного перекладу і бездротової передачі аудіосигналу на 3, 5, 7 або 11 мовах (плюс одна базова мова). Система використовує сучасну, перевірену на практиці технологію інфрачервоної

передачі даних. Центральним елементом системи синхронного перекладу Gonsin є інфрачервоний випромінювач з аналоговою системою мовлення, до якого підключаються консолі перекладачів і інфрачервоні випромінювачі, передають аудіосигнал на бездротові багатоканальні приймачі.



Рисунок 9. 8 – Бездротова дискусійна система Gonsin

Частотний діапазон системи знаходиться в межах від 2 МГц до 6 МГц, що позбавляє її від впливу кімнатного освітлення і радіочастотної інтерференції з іншими пристроями.

Керування ходом конференції, а саме такими функціями, як голосування та реєстрації учасників вимагають наявності комп'ютера і оператора, що стежить за ходом конференції і відслідковує результати голосування і зареєструвалися учасників.

Розглянемо комплексне рішення для системи оповіщення і подавання звукової інформації (табл. 9.1 та рис. 9.9).

Комплекс призначений для технічного оснащення великих конференц-залів. Рішення забезпечує високу якість відтворення музики і голосу, а також гнучкість конфігурації, зокрема, можливість подальшого розширення і модифікації системи.

Таблиця 9.1 – перелік обладнання для цифрової конференц-системи

№ п/п	Найменування обладнання	Модель
1	Акустична система (4 шт.)	Sonus Novation 160
2	Мікрофонний модуль делегата (12 шт.)	Sennheiser CDC 8200 DV
3	Мікрофонний модуль головуючого (2 шт.)	Sennheiser CDC 8200 CV
4	Гучномовець (16 шт.)	Tannoy CMS 50 T ICT
5	Радіомікрофон (2 шт.)	Sennheiser SKM 535 G2
6	Мікрофонний модуль перекладача	Sennheiser CDC 8200 ID
7	Центральний модуль	Sennheiser SDC 8200 CU
8	MD/CD програвач	Tascam MD-CD 1
9	Модуль управління гучномовцями	DBX driverack 480 EU
10	Підсилювач	Lab gruppen C 16 :4
11	Підсилювач	Lab gruppen C 48 :4
12	Двоканальний приймач	Sennheiser EM 550 G2 D

Комплекс складається з двох частин: конференц-система на базі цифрового обладнання Sennheiser серії SDC 8200 і система трансляції (Public Address) на базі обладнання різних виробників.

Конференц-система підтримує синхронний переклад на чотири мови (крім базової мови конференції) та забезпечує робочі місця для 12 делегатів. На схемі вони представлені мікрофонними модулями делегатів SDC 8200 DC, підключеними до центрального блоку SDC 8200 CU через шість кабельних ліній. Центральний блок обладнаний двома аналоговими аудіовходами для підключення радіосистем (на схемі Sennheiser EM 550 G2 D), а також аналоговим аудіовиходом, який може використовуватися для документального запису або трансляції дискусій, що відбуваються на конференції, через гучномовці.

Система трансляції містить підлогові акустичні системи Sonus Novason 160 і стельові акустичні системи Tannoy CMS50 ICT. Акустика Sonus, завдяки застосуванню електростатичних випромінювачів з передбачуваною спрямованістю, дозволяє отримати виразне, природне звучання і практично повністю виключити відбиття від підлоги і стелі.

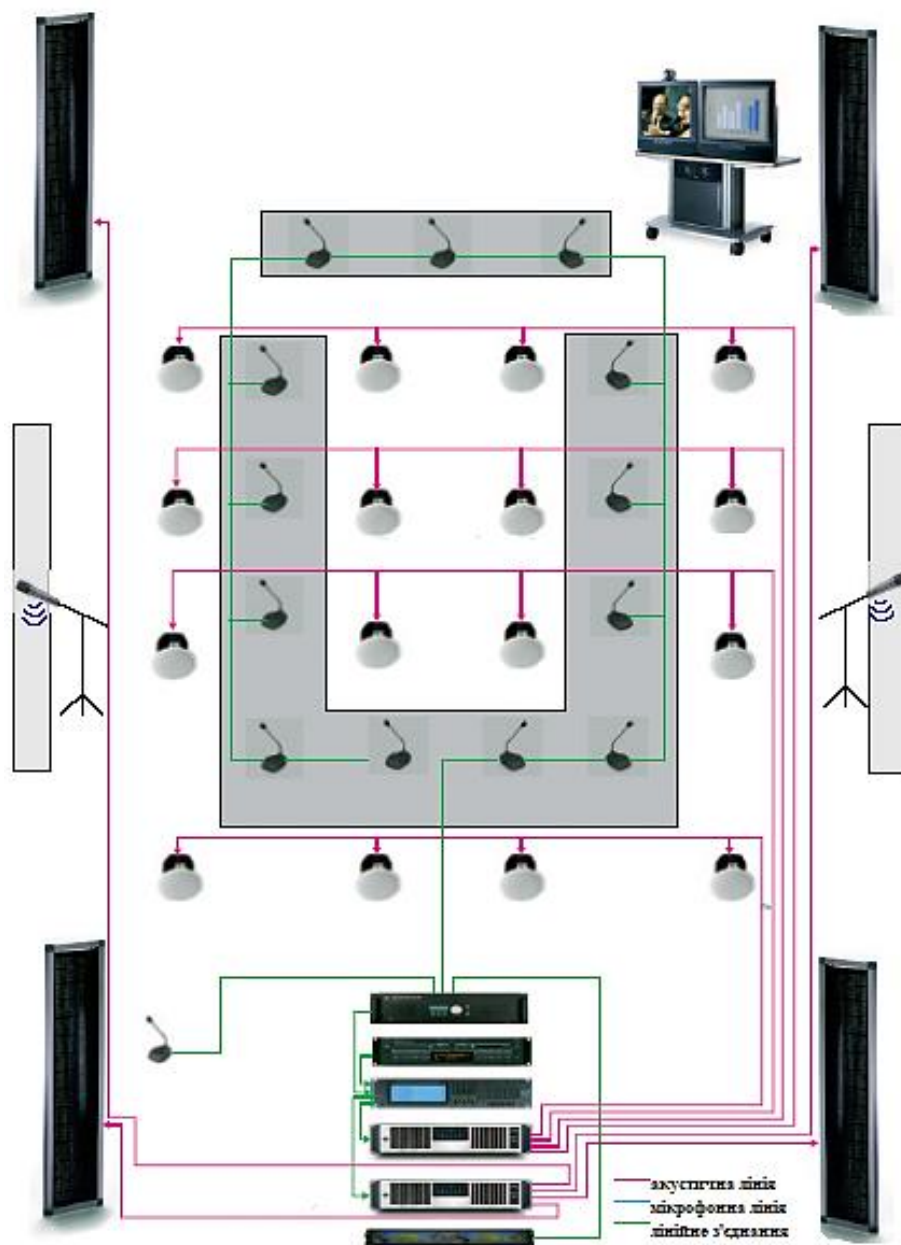


Рисунок 9.9 – Комплексне рішення для системи оповіщення і подавання звукової інформації

Надійні акустичні системи Tannoy CMS50 ICT забезпечують якісне розподілене звучання високої потужності (варіант: модель CMS50T ICT з трансформатором для підключення до ліній 100 В). У систему також включені чотирьоканальні підсилювачі потужності Lab.Gruppen C16: 4 потужністю 400 Вт на канал (8 Ом), які також дозволяють використовувати лінії 70/100 В. Крім того, Lab.Gruppen C16: 4 обладнані мережним інтерфейсом для контролю через ПК. Процесор dbx DriveRack 480 забезпечує розподіл сигналів і всю необхідну динамічну, частотну і фазову обробку звукового матеріалу, що надходить на підсилювачі потужності.

Дана система може застосовуватися для озвучування одного великого приміщення або декількох меншої площі. Разом пропоновані системи підходять для великих конференц-залів.

Контрольні питання до лекції

1 Визначити склад та функції систем оповіщення. Навести типи, технічні характеристики та особливості встановлення гучномовців для систем оповіщення.

2 Зазначити основні акустичні параметри озвучення приміщень та їх типові значення при застосуванні систем оповіщення. Зобразити схему розміщення стельових гучномовців.

3 Визначити склад та функції конференц-системи. Зазначити призначення та вказати технічні характеристики обладнання, що входить до складу дротової конференц-системи.

4 Визначити основні елементи та вказати їх функції, модифікації та характеристики для бездротових конференц-систем. Навести приклад комплексного рішення конференц-системи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ. ПОСИЛАННЯ

1. Digital Cinema System Specification / Version 1.2. – Digital Cinema Initiatives, LLC, 2008. – 156 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://dcimovies.com/specification/>
2. Акустика: Справочник / А.П. Ефимов, А.В. Никонов, М.А. Сапожков, В.И. Шоров; Под ред. М.А. Сапожкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 336 с.
3. Акустика: Учебник для вузов / Ш.Я. Вахитов, Ю.А. Ковалгин, А.А. Фадеев, Ю.П. Щевьев; Под ред. Ю.А. Ковалгина. – М.: Горячая линия – Телеком; 2009. – 660 с.
4. Акустические основы звукорежиссуры: Учеб. пособие для студентов вузов / Б. Я. Меерзон. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 205 с.
5. Акустична техніка. Т.12. Комп'ютерна обробка акустичних сигналів: Навчальний посібник / Дідковський В.С., Дідковська М. В., Продеус А. М.– Київ, 2010. – 430 с.
6. Анерт В., Штеффен Ф. Техника звукоусиления – М.: ООО ПКФ «Левруша», 2003.– 416 с.
7. Аудиотехника. Учебник для вузов / Ю. А. Ковалгин, Э.И. Вологдин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 742 с.
8. Бьюик П. Живой звук. РА для концертирующих музыкантов: пер. с англ. – М.: Шоу-мастер, 1998. – 178 с.
9. Варфоломеев Л. П. Элементарная светотехника М.: Световые технологии. – 2013. – 287 с.
10. Галузевий стандарт України. "Кінотеатри та кіноустановки. Технологічні параметри залів для глядачів", Міністерство культури і туризму України. – 2008.
11. Галузевий стандарт України. "Кінотеатри та кіноустановки. Якість проєкційованого зображення", Міністерство культури і туризму України. – 2008.
12. Грибов В. Д. Кинотехнологическое оборудование кинотеатров. – СПб.: РИО СПбГУКиТ, 2005 – 202 с.
13. Грибов В. Д., Ершов К.Г., Тимончик В.В. Эксплуатация кинотехнологического оборудования: учебн. пособие. – СПб.: СПбГУКиТ, 2003. – 132 с.

- 14.Дункан Ф. Микширование живого звука М.:In/out. – 1997.
- 15.Ирский Г. Л. Современный кинотеатр. – М.: Искусство, 1982. – 368 с.
- 16.Карлсон В., Карлсон С. Настольная книга осветителя. – М.: ГИТР, 2004 – 320 с
- 17.Керівний технічний документ кінотеатри і кіноустановки якість звуковідтворення фільмів технологічні вимоги. Міністерство культури і туризму України. – 2009.
- 18.Керівний технічний документ. „Розвиток і технічне оснащення кіновідеомережі”, Міністерство культури і мистецтв України. – 2004.
- 19.Кирн П. Цифровой звук. Реальный мир. – Издательский дом Вильямс, 2008. – 713 с.
- 20.Радиовещание и электроакустика: Учебное пособие для вузов /Алябьев С.И., Выходец А.В., Гермер Р., и др.; Под ред. Ковалгина Ю. А., – М.: Радио и связь, 1999. – 792 с.
- 21.Руководство по созданию систем служебной связи. Telex Communications Inc. [Електроний ресурс]. – Режим доступа: http://www.iservice.kiev.ua/img/zstored/File/telex_intercoms.pdf
- 22.Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / И. А. Алдошина, Э. И. Вологдин, А.П. Епфимов и др.; Под ред. Ю. А. Ковалгина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 872 с.
23. Dolby Digital Cinema Руководство по эксплуатации системы Издание 1 Модели DSS200, DSL100
24. Адам Беннетт Руководство по применению DMX-512 [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <http://dsl.msk.ru/rus/around/dmx512/dmx512.htm>
25. Ананьев А.Б. Акустика для звукорежиссеров. Учебное пособие / Ананьев А.Б. – Феникс, 2012. – 256 с.
26. Комар В. Г. Сравнение Цифровых И Кинопленочных Систем Кинематографа. – Мир техники кино, 2006, № 2, – с. 7-12.
- 27.Кроссоверы, их устройство и назначение. [Електроний ресурс]. – Режим доступа: http://www.daxxgroup.ru/theory3_ru.htm
- 28.Многоканальный окружающий звук. [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.muzoborudovanie.ru/articles/sur/surround.php>
- 29.Никамин В.А. Цифровая звукозапись. Технологии и стандарты. – СПб: Наука и техника, 2002. – 256 с.
- 30.Ньюэлл Ф.Р. Project-студии: Маленькие студии для великих записей / Пер. с

англ. Ю. Зиненко, А. Поворознюка; Под ред. А. Кравченко. – Винница, 2002. – 271 с.

31. Осветительные приборы направленного света Александр Маркелов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mediavision-mag.ru/uploads/06%202013/74-88%2006_2013.pdf
32. Радзишевский А.Ю. Основы аналогового и цифрового звука. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 288 с.: ил.
33. Роуз Дж. Звук для цифрового видео: запись и обработка. Пер. с англ.. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 488 с.
34. Самохин В.П. Альтернативный кинотеатр. – М.: «Техника и технологии кино», 2006, №1, – с. 64-72.
35. Синклер Я. Введение в цифровую звукотехнику: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 80 с.
36. Справочник по кинооборудованию. Серверы и плееры для кинотеатрального показа. Техника и технологии кино. – 2010. – N 1. – С. 50-58.
37. Справочник-каталог «Эффективные решения для шоу-индустрии»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ispra.ru
38. Устаткування керування та індикації мовленнєвого оповіщення [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vellez.ua/uk/ouiro-komplex.html>

Інформаційні ресурси

1. Шоу-мастер. Журнал о профессиональной шоу-технике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.show-master.ru/>.
2. Техника кино и телевидения. Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета по кинематографии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.625-net.ru/>.
3. Журнал «Stereo&Video». Журнал о новинках аудио- и видеоаппаратуры, характеристики моделей и результаты тестов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://stereo.ru/>
4. In/Out. Информационно-технический журнал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.inoutmag.ru/>
5. Мир техники кино/ Word of Technique of Cinema. Научно-технический журнал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.mtk-magazine.ru/>